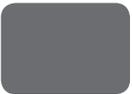




Set de indicadores para medir la industrialización

METODOLOGÍA DE MEDICIÓN



CCI

CONSEJO CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA

Set de indicadores para medir la
industrialización

METODOLOGÍA DE MEDICIÓN



SECRETARÍA EJECUTIVA



PATROCINADOR



Documento desarrollado por:

Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT,

Comité de redacción:

María Carolina Tapia
Estela García
Camila Sepúlveda

Comité técnico:

Katherine Martínez
Ximena Finschi

Diseño:

Paola Femenías

Fecha de publicación:

Marzo de 2021



1

Resumen Ejecutivo



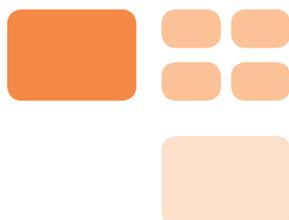
El presente estudio es parte de la “Consultoría para el desarrollo de indicadores clave para obras de construcción industrializada” encargada por el programa Construye2025 a la Corporación Desarrollo Tecnológico, CDT, y forma parte del Grupo Técnico 1 del Consejo de Construcción Industrializada, CCI, creado como parte del “Plan de Industrialización y Construcción Limpia” del Programa Estratégico Nacional Productividad y Construcción Sustentable, Construye2025, impulsado por CORFO. El principal objetivo, tanto del Grupo Técnico 1 como de la consultoría, es contar con indicadores que permitan demostrar y evidenciar las ventajas, en cuanto a productividad y sustentabilidad al trabajar con sistemas industrializados, así como su propio grado de industrialización, en obras de construcción en las que se utilice partidas de sistemas constructivos, elementos prefabricados y/o herramientas de gestión, de tipo industrializado, frente a obras que se realizan bajo sistemas tradicionales de construcción.

La consultoría se desarrolla entre diciembre del 2020 y mayo del 2021, y se divide en tres fases: Construcción del Índice de Industrialización, Calibración del Índice a través de medición de obras terminadas y Desarrollo de una propuesta para una medición a gran escala, el reporte expuesto a continuación entrega el set de indicadores solicitados, incluyendo unidades de medición, fuentes de datos, fórmulas de cálculo y metodología de cálculo, incluyendo fuentes, rangos de cálculo, unidades de medición e interpretación de resultados en base a criterios de normalidad.

Se crean tres ámbitos de estudio: Del Proyecto, con cuatro sub-ámbitos y 21 indicadores; Medio Ambientales, con dos sub-ámbitos y 9 indicadores; y finalmente, Sociales, con cuatro sub-ámbitos y 14 indicadores, alcanzado un total de 44 indicadores para el índice en general.

2

Equipo ejecutor



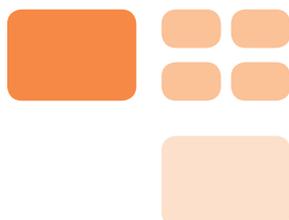
El equipo ejecutor de la presente consultoría es formado por el área de Gestión de Proyectos de la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción. Encabezado por la sub-gerente del área María Carolina Tapia, con el apoyo de Estela García y Camila Sepúlveda.

Se agradece la continua participación en el desarrollo de la consultoría, al Comité Técnico de Revisión conformado por Marcos Brito (Construye2025), Sebastián Fourcade (Fourcade), Priscila Becerra (Echeverría Izquierdo), César Castagnoli (Indama), Constanza Christiansen (Cintac), Rodrigo Sciaraffia.



3

Objetivos y alcances



4.1. Objetivo general

Desarrollar indicadores que permitan medir las ventajas en cuando a productividad y sustentabilidad en obras de construcción en las que se utilice partidas de sistemas constructivos, elementos prefabricados y/o herramientas de gestión, de tipo industrializado, frente a obras que se realizan bajo sistemas tradicionales de construcción.

4.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos a desarrollar son los siguientes:

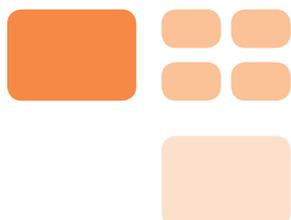
- Construcción de un índice de industrialización, junto con indicadores clave que permitan medir elementos tales como avance, intensidad de mano de obra, calidad, costos, residuos, accidentabilidad y velocidad de obra, entre otros. Validación con el Consejo de Construcción Industrializada, CCI.
- Medición expost de obras de similares características y distintos sistemas constructivos, para probar calibración y efectividad de indicadores propuestos. Validación con el CCI.
- Desarrollo de propuesta de medición a mayor escala, a través de sus socios y/u otros.

4.3. Alcances

La consultoría abarca el estudio de los proyectos desde su etapa de diseño hasta una vez estos terminados, en su etapa de post venta, abordando tres principales ámbitos de interés: Del Proyecto, Medio Ambientales y Sociales, creando tres indicadores de nivel de industrialización independientes entre sí y enfocados, principalmente, en la medición de proyectos de edificación en altura, abarcando mediciones estandarizadas tanto para proyectos de nulo, medio y alto nivel de implementación de cualquier sistema de industrialización.

4

Metodología de medición



A partir del trabajo colaborativo entre CDT y la contraparte técnica del Programa Construye2025 y CCI, se aprobó el Plan de Trabajo y cronograma de actividades, los cuales fueron consensuados en la primera reunión del proyecto, realizada el día 2 de noviembre de 2020 y forman parte de las condiciones de adjudicación actuales. A partir de los acuerdos obtenidos se estipularon las siguientes tres fases de trabajo:

- FASE 1: CONSTRUCCIÓN DEL INDICE DE INDUSTRIALIZACIÓN.
- FASE 2: MEDICIÓN DE OBRAS TERMINAS PARA CALIBRAR EL ÍNDICE.
- FASE 3: DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEDICIÓN A GRAN ESCALA.

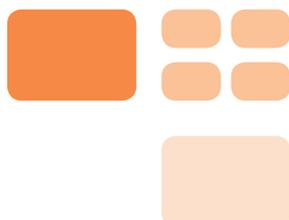
Los avances actuales se enmarcan dentro de la Fase 1 de la consultoría. El desarrollo de la construcción del índice de industrialización se compone, a su vez, de las siguientes etapas:

La construcción del índice de industrialización se realiza a través de la creación de una matriz de estudio, en donde, las columnas de esta representan las etapas de desarrollo del proyecto; y las filas, los ámbitos de análisis del estudio. Cada etapa, ámbito de análisis e indicador es propuesto por CDT, en base su experiencia, apoyado en bibliografía internacional y es aprobado por la mesa de trabajo del CCI.



5

Desarrollo



6.1. Etapas de Análisis

Para un mejor manejo de la información, se propone sectorizar los indicadores a medir según su ubicación temporal para medir de mejor manera la información que cada indicador otorga. A continuación, se describen las etapas propuestas por CDT y aprobadas por la mesa de trabajo del CCI.

6.1.1. Diseño e Ingeniería

Se refiere a las acciones correspondientes a la creación o modificación del diseño arquitectónico, estructural y operacional del proyecto de construcción.

6.1.2. Producción off site

Se refiere a las labores de fabricación y transporte de elementos, componentes o módulos del proyecto de construcción, las cuales se llevan a cabo en cualquier lugar distinto a la posición final de este, incluyendo los trabajos ejecutados dentro del sitio la obra.

6.1.3. Obras Previas

Se refiere a las actividades que se desarrollan antes de comenzar obra gruesa con el fin de preparar y permitir la construcción del edificio o estructura central del proyecto, incluyendo obras de sostenimiento de terreno, saneamiento, instalaciones de faena, preparación de terreno, excavaciones, entre otros.

6.1.4. Obra Gruesa

Se refiere a las actividades que se llevan a cabo para construir la estructura principal y soportante del proyecto, incluyendo sus instalaciones.

6.1.5. Terminaciones

Se refiere a las actividades que se llevan a cabo para construir todos los componentes no estructurales del edificio, o estructura central del proyecto, que brindan aspectos estéticos y de habitabilidad. Considera terminaciones húmedas, secas, revestimientos, equipos, instalaciones y el proceso de entrega.

6.1.6. Postventa

Se refiere a todas las acciones internas de coordinación y reparación de un requerimiento o reclamo válido y que corresponde a una falla o defecto del proceso constructivo.

6.2. Indicadores del Proyecto

Se refieren al primer set de indicadores que CDT propone medir y abarcan todos los aspectos que determinan las decisiones de construcción y avance del proyecto y que le agregan valor, sean ellos costos previstos o sobrecostos del proceso.

6.2.1. Matriz de Estudio

Se genera una matriz de estudio, en donde, las columnas representan las etapas de desarrollo del proyecto, en orden cronológico; y las filas, los ámbitos de análisis del estudio, en un orden general a particular, desde izquierda a derecha respectivamente. A continuación, las versiones finales de cada matriz, propuestas por CDT.

TABLA N°1: MATRIZ DE ESTUDIO SET DE INDICADORES DEL PROYECTO.

ÁMBITOS	SUB-ÁMBITOS	INDICADORES	DISEÑO E INGENIERÍA	PRODUCCIÓN OFF SITE	OBRAS PREVIAS	OBRA GRUESA	TERMINACIONES	POST VENTA
DEL PROYECTO	COSTOS	COSTOS DE DISEÑO	■					
		COSTOS DE CONSTRUCCIÓN				■	■	
		COSTOS DE MODIFICACIONES	■					
		COSTOS PRELIMINARES			■			
		COSTOS DE TRANSPORTE Y LOGÍSTICA		■	■	■	■	
		COSTOS DE ALMACENAJE		■				
	PLAZOS	DURACIÓN DEL DISEÑO	■					
		DURACIÓN CONSTRUCCIÓN OFF SITE		■				
		DURACIÓN CONSTRUCCIÓN ON SITE			■	■	■	
		RETRASOS		■			■	
		TRANSPORTE Y LOGÍSTICA		■	■	■	■	
	CALIDAD	COSTOS DE TRABAJO REHECHO			■	■	■	■
		SATISFACCIÓN DEL USUARIO						■
		MANTENIMIENTO	■					
		CONSUMO ENERGÉTICO	■					
	MANO DE OBRA	OBSERVACIONES DE CALIDAD			■	■	■	
		EN EL SITIO			■	■	■	
		FUERA DEL SITIO			■			
OFICIOS E INTERFACES (MO PEAK)						■		
ACCIDENTES LABORALES				■	■	■	■	
CERTIFICACIÓN TRABAJADORES			■	■	■			

6.2.2. Definición de los Indicadores

6.2.2.1. COSTOS

Mide todos aquellos gastos en los que se incurre para la realización del proyecto. Incluye tanto costos directos como indirectos en cada etapa del desarrollo y ejecución del mismo.

COSTOS DE DISEÑO:

Corresponde al costo inicial del diseño del proyecto el cual está determinado por el valor cobrado por las empresas de diseño arquitectónico, cálculo y especialidades, incluyendo los costos de coordinación de proyecto o BIM si procede. Se cuantifica en costos normalizado por los metros cuadrados del proyecto, en unidades de $[UF/m^2]$.

COSTOS DE CONSTRUCCIÓN:

Corresponde al costo que el cliente paga a los contratistas por la construcción del proyecto. Para definir las fronteras de lo que se debe considerar, se excluye los costos preliminares definidos en el ítem 1.1.4. con el fin de reducir el impacto de partidas específicas dentro del estudio. Se cuantifica en costos normalizado por los metros cuadrados del proyecto, en unidades de $[UF/m^2]$.

COSTOS DE MODIFICACIONES DE DISEÑO:

Corresponde a los costos asociados a adaptar y cambiar los diseños debido a problemas que surjan fuera de la etapa de diseño, estos costos vienen determinados por el tiempo que se requiere para corregir un diseño y para que el proveedor produzca los nuevos elementos *off site* de acuerdo al nuevo diseño si procede. Se cuantifica en costos normalizado por los metros cuadrados del proyecto, en unidades de $[UF/m^2]$.

COSTOS PRELIMINARES:

Corresponde a los costos asociados a la ejecución de las partidas contempladas en la etapa de obras previas, referidas a la facilitación de las obras de etapas posteriores. Se incluyen trabajos de demolición y remoción de escombros, trabajos externos y modificaciones. Se cuantifica en costos normalizado por los metros cuadrados del proyecto, en unidades de $[UF/m^2]$.

COSTOS DE TRANSPORTE Y LOGÍSTICA:

Corresponde a los costos producidos en el proceso de suministro y administración de recursos necesarios para la ejecución de las actividades *on site* y *off site*, como materiales, equipos, componentes, estructuras, entre otros. Se cuantifica en costos normalizado por los metros cuadrados del proyecto, en unidades de $[UF/m^2]$.

COSTOS DE ALMACENAJE

Corresponde a los costos producidos al mantener existencias en la bodega o lugar de almacenamiento en el sitio de construcción y por producir las condiciones de almacenamiento necesarias. Se cuantifica como costos normalizado por los metros cuadrados de proyecto, en unidades de $[UF/m^2]$.

6.2.2.2. PLAZOS

Mide las temporalidades propias de cada etapa del proyecto, tales como su duración y sus respectivos niveles de retraso, en caso de estar presentes.

DURACIÓN DEL DISEÑO:

Corresponde al tiempo de confección del diseño del proyecto. El trabajo de diseño puede ser realizado por las empresas de diseño arquitectónico, cálculo y especialidades, incluyendo los plazos de coordinación de proyecto o BIM si procede. El tiempo empleado por cada entidad involucrada debe medirse por separado. Se cuantifica en cantidad de tiempo efectivo de elaboración normalizado por la envergadura del proyecto, en unidades de en unidades de $[días/m^2]$.

DURACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN *off site*:

Corresponde al tiempo empleado en la manufactura de los elementos, componentes o estructuras prefabricadas que se utilizarán en el proyecto. Se cuantifica en cantidad de tiempo de elaboración normalizado por la envergadura del proyecto, en unidades de en unidades de $[días/m^2]$.

DURACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN *on site*:

Corresponde al tiempo durante el cual la comunidad local experimenta interrupciones de las actividades comunes. Comienza en el inicio de las obras del contratista principal en el sitio, en la etapa de obras previas, hasta su entrega. Se cuantifica en cantidad de tiempo efectivo normalizado por los metros cuadrados del proyecto, en unidades de $[días/m^2]$.

RETRASOS:

Corresponde al tiempo de desfase en la entrega del proyecto final por sobre el estimado en su diseño y planificación. Se cuantifica como el tiempo luego de la fecha de entrega original del proyecto normalizado por los metros cuadrados del proyecto, en unidades de **[días/m²]**.

TRANSPORTE Y LOGÍSTICA:

Corresponde a la suma del tiempo empleado en el suministro de materiales, elementos, componentes u otros recursos al lugar de construcción del proyecto. Se cuantifica como cantidad de tiempo empleado en el transporte normalizado por los metros cuadrados del proyecto, en unidades de **[días/m²]**.

6.2.2.3. CALIDAD

Mide el cumplimiento de los estándares internacionales en diseño, construcción y buenas prácticas constructivas, así como el fiel cumplimiento de las especificaciones y requerimientos que pueda tener el proyecto.

COSTOS DE TRABAJO REHECHO:

Corresponde a los costos que conlleva la repetición y corrección de partidas debido a no aprobar los índices de calidad requeridos a causa de trabajos mal ejecutados. Se cuantifica en costos normalizado por los metros cuadrados del proyecto, en unidades de **[UF/m²]**.

SATISFACCIÓN DEL USUARIO:

Corresponde al proceso de evaluación de la satisfacción del usuario, determinado en cómo el producto final difiere de las expectativas iniciales, en ejes como rendimiento técnico, uso de energía o rendimiento acústico. Se calcula a partir del registro de reclamos de usuarios en la etapa de post venta. Se cuantifica como **[n° de reclamos / n° de unidades habitacionales]**.

MANTENIMIENTO:

Corresponde a los trabajos que deben realizarse en forma sistemática, para proteger la edificación de la acción del tiempo y del desgaste por su uso y operación, asegurando el máximo rendimiento de las funciones para las cuales éstas han sido construidas. Se cuantifica en costos normalizado por los metros cuadrados y los años de vida útil del proyecto, en unidades de **[UF/m²_año]**.

CONSUMO ENERGÉTICO:

Corresponde al desempeño energético de cada vivienda, referido a la demanda energética para alcanzar el confort térmico en la vida útil del proyecto. Se cuantifica en base a lo establecido en el Certificación de Vivienda Sustentable, en unidades de **[kWh/m²_año]**.

OBSERVACIONES DE CALIDAD:

Corresponde a la cantidad de observaciones del cliente, usuarios del servicio post vente, que tuvieron lugar hasta un año después de la entrega del producto. Se cuantifica como la cantidad de observaciones y reclamos registrados por postventa.

6.2.2.4. MANO DE OBRA

Mide el capital humano necesario para llevar a cabo el proyecto en todas sus etapas, incluye a aquellos de categoría directa, indirecta y subcontratistas.

EN EL SITIO:

Corresponde a la cantidad de mano de obra durante el proceso de construcción, diferenciada en directa, indirecta y subcontrata. Se cuantifica en horas de trabajo normalizado por los metros cuadrados del proyecto, en unidades de **[HH/m²]**.

FUERA DEL SITIO:

Corresponde a las horas que están específicamente relacionadas con la construcción y montaje de elementos externos para el proyecto, y no necesariamente horas para la fabricación de materiales (por ejemplo, ladrillos). Se cuantifica en horas de trabajo normalizado por los metros cuadrados del proyecto, en unidades de **[HH/m²]**.

OFICIOS E INTERFACES (MO peak):

Corresponde a la medición de las interferencias, en etapa constructiva, que se producen cuando diferentes equipos de trabajo concurren a un mismo punto. Se cuantifica como la cantidad peak de mano de obra dentro de los metros cuadrados del lugar de trabajo, obtenidos desde una muestra confiable, en día y hora de trabajo, en unidades de **[n° detrabajadores / m²]**.

ACCIDENTES LABORALES:

Corresponde a la cantidad de accidentes registrados durante el curso de la obra, se cuantifica de acuerdo a la tasa de accidentabilidad, en unidades porcentuales.

CERTIFICACIÓN TRABAJADORES:

Corresponde a la cantidad de trabajadores certificados en temas de producción, planificación y gestión dentro del proyecto, se cuantifica de acuerdo al porcentaje de trabajadores certificados sobre el total de trabajadores del proyecto, en unidades porcentuales.

6.2.4. Memoria de Cálculo

PUNTAJE TOTAL ÁMBITO DEL PROYECTO

$$PTP = PC + PP + PCLD + PMO$$

Donde:

- PC: Puntaje Costos.
- PP: Puntaje Plazos.
- PCLD: Puntaje Calidad.
- PMO: Puntaje Mano de obra.

COSTOS

$$PC = PCD + PCC + PCM + PCP + PCTL + PCA$$

Donde:

- PCD: Puntaje Costos de Diseño.
- PCC: Puntaje Costos de Construcción.
- PCM: Puntaje Costos de Modificaciones.
- PCP: Puntaje Costos Preliminares.
- PCTL: Puntaje Costos de Transporte y Logística.
- PCA: Puntaje Costos de Almacenaje.

PLAZOS

$$PP = PDD + PDCOFF + PDCON + PR + PTL$$

Donde:

- PDD: Puntaje Duración del Diseño.
- PDCOFF: Puntaje Duración Construcción off site.
- PDCON: Puntaje Duración Construcción on site.
- PR: Puntaje Retrasos.
- PTL: Puntaje Transporte y Logística.

CALIDAD

$$PCLD = PCTR + PSU + PM + PCE + POC$$

Donde:

- PCTR: Puntaje Costos de trabajo rehecho.
- PSU: Puntaje Satisfacción del usuario.
- PM: Puntaje Mantenimiento.
- PCE: Puntaje Consumo Energético.
- POC: Puntaje Observaciones de calidad

MANO DE OBRA

$$PMO = PES + PFS + POI + PAL + PCL$$

Donde:

- PES: Puntaje En el sitio.
- PFS: Puntaje Fuera del sitio.
- POI: Puntaje Oficios e interfaces (MO peak).
- PAL: Puntaje Accidentes Laborales.
- PCT: Puntaje Certificación Trabajadores.

6.3. Indicadores Medio Ambientales

Se refieren al segundo set de indicadores que CDT propone medir y abarcan todas las mediciones de los cambios medioambientales en el entorno, ya sean adversos o beneficiosos, provocados directa o indirectamente por el proyecto.

6.3.1. Matriz de Estudio

Se genera una matriz de estudio, en donde, las columnas representan las etapas de desarrollo del proyecto, en orden cronológico; y las filas, los ámbitos de análisis del estudio, en un orden general a particular, desde izquierda a derecha respectivamente. A continuación, la versión final de matriz propuesta por CDT.

TABLA N°2: MATRIZ DE ESTUDIO SET DE INDICADORES MEDIO AMBIENTALES.

ÁMBITOS	SUB-ÁMBITOS	INDICADORES	DISEÑO E INGENIERÍA	PRODUCCIÓN OFF SITE	OBRAS PREVIAS	OBRA GRUESA	TERMINACIONES	POST VENTA
MEDIO AMBIENTALES	CONSIDERACIONES AMBIENTALES	GENERACIÓN DE RESIDUOS						
		CONTAMINACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO						
		USO DE ENERGÍA EN LA CONSTRUCCIÓN						
		USO DE AGUA EN LA CONSTRUCCIÓN						
		CO2 INCORPORADO						
MEDIO AMBIENTALES	CICLO DE VIDA	DURABILIDAD						
		ADAPTABILIDAD FUTURA						
		RECICLABILIDAD AL FINAL DEL CICLO						

6.3.2. Definición de los Indicadores

6.3.2.1. CONSIDERACIONES AMBIENTALES

Mide las acciones tomadas durante la ejecución del proyecto orientadas de manera consciente al mantenimiento óptimo de los recursos naturales, y al equilibrio de los ecosistemas.

GENERACIÓN DE RESIDUOS:

Corresponde a la cantidad de residuos generados por las actividades de construcción, incluidas las estructuras temporales. Se cuantifica en base a lo establecido en el Certificación de Vivienda Sustentable, como el volumen de residuos totales normalizado según la dimensión del proyecto, en unidades de $[m^3/m^2]$.

CONTAMINACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO:

Corresponde a la concentración de material particulado y dióxido de nitrógeno alrededor del sitio de construcción medido durante el período constructivo. Se cuantifica según el Certificado de Vivienda Sustentable, en unidades de $[\mu g/m^2]$.

USO DE ENERGÍA EN LA CONSTRUCCIÓN:

Corresponde a la cantidad de energía utilizada durante el proceso de construcción, incluidos electricidad, combustible y gas. Se cuantifica como el gasto energético por cada cien metros cuadrados del proyecto, en unidades de $[kWh/m^2]$.

USO DE AGUA EN LA CONSTRUCCIÓN:

Corresponde al uso de los servicios de agua para labores vinculadas a los procesos constructivos, sin considerar la producción de materiales. Se cuantifica como el volumen de agua utilizado por cada cien metros cuadrados del proyecto, en unidades de $[m^3/m^2]$.

CO2 INCORPORADO:

Corresponde a la emisión de CO₂ de materiales y métodos de construcción según la equivalencia establecida para su producción, transporte y uso. Se cuantifica en base a lo establecido en el Certificación de Vivienda Sustentable, como toneladas de CO₂ emitidas por cada cien metros cuadrados del proyecto, en unidades de $[ton/m^2]$.

6.3.2.1. CICLO DE VIDA

Mide la vida útil y el carácter sustentable del proyecto, evaluando el potencial de reutilización, reciclabilidad y adaptabilidad tanto del proyecto en sí, como de las partes que lo conforman, luego de terminada su función.

DURABILIDAD:

Corresponde a la vida útil de la edificación y los servicios y componentes de la construcción, Se cuantifica como la vida útil proyectada del proyecto normalizado en los metros cuadrados del mismo, en unidades de **[años/m²]**.

ADAPTABILIDAD FUTURA:

Corresponde a la flexibilidad de la construcción para permitir futuros cambios de uso durante su vida útil, según las necesidades del cliente. Se cuantifica según puntajes relativos al grado de modularidad del proyecto, donde un proyecto con mayor grado de adaptabilidad consigue un mayor puntaje.

RECICLABILIDAD AL FINAL DEL CICLO CONSTRUCTIVO:

Corresponde al nivel de reciclabilidad de los materiales, luego de finalizado el período de vida útil del proyecto. Se cuantifica según la jerarquía de residuos en una escala de evaluación donde el mayor puntaje se otorga a la reutilización de los materiales, por sobre el reciclaje y disposición a relleno sanitario, en una escala de puntajes discreta.

6.3.3. Metodología de Cálculo

PUNTAJE TOTAL ÁMBITO MEDIO AMBIENTALES

$$PTMA = PCA + PCV$$

Donde:

- PCA: Puntaje Consideraciones ambientales.
- PCV: Puntaje Ciclo de vida.

CONSIDERACIONES AMBIENTALES

$$PCA = PGR + PCMP + PEC + PAC + PCO_2$$

Donde:

- PGR: Puntaje Generación de residuos.
- PCMP: Puntaje Contaminación de material particulado.
- PEC: Puntaje Uso de energía en la construcción.
- PAC: Puntaje Uso de agua en la construcción.
- PCO₂: Puntaje CO₂ incorporado.

CICLO DE VIDA

$$PCV = PD + PAF + PRFC$$

Donde:

- PD: Puntaje Durabilidad.
- PAF: Puntaje Adaptabilidad futura.
- PRFC: Puntaje Reciclabilidad al final del ciclo.

6.4. Indicadores Sociales

Se refieren al tercer y último set de indicadores que CDT propone medir y Abarca el nivel de beneficios, o perjuicios, de todas las personas que se ven afectadas, de manera directa e indirectamente, por la ejecución del proyecto.

6.4.1. Matriz de Estudio

Se genera una matriz de estudio, en donde, las columnas representan las etapas de desarrollo del proyecto, en orden cronológico; y las filas, los ámbitos de análisis del estudio, en un orden general a particular, desde izquierda a derecha respectivamente. A continuación, la versión final de matriz propuesta por CDT.

TABLA N°3: MATRIZ DE ESTUDIO SET DE INDICADORES SOCIALES.

ÁMBITOS	SUB-ÁMBITOS	INDICADORES	DISEÑO E INGENIERIA	PRODUCCIÓN OFF SITE	OBRAS PREVIAS	OBRA GRUESA	TERMINACIONES	POST VENTA
SOCIALES	CALIDAD DE VIDA DE LOS TRABAJADORES	ESTABILIDAD LABORAL						
		AMBIENTE DE TRABAJO CONFORTABLE						
		CANTIDAD DE TRABAJO MANUAL						
		ESTABILIDAD PARA FAMILIA Y COMUNIDAD						
		DIVERSIDAD EN MANO DE OBRA						
	DISRUPCIÓN LOCAL	RUIDO						
		MOVIMIENTO DE VEHÍCULOS						
	BENEFICIOS DE LA INDUSTRIA	ESTANDARIZACIÓN Y REPETICIÓN						
		ESCALABILIDAD						
		INTEGRACIÓN TEMPRANA EN CADENA DE SUMINISTROS						
BENEFICIOS DE LA COMUNIDAD	INVERSIÓN EN COMUNIDAD LOCAL							
	LICENCIA SOCIAL							
	CRECIMIENTO ECONÓMICO REGIONAL							

6.4.2. Definición de los Indicadores

6.4.2.2. CALIDAD DE VIDA DE LOS TRABAJADORES

Mide el bienestar íntegro de cada trabajador, tanto en salud, seguridad y regulación laboral, además de velar por el bienestar de cada miembro de su familia.

ROTACIÓN LABORAL:

Corresponde al nivel confiabilidad de los trabajadores debido a la estabilidad laboral. Se cuantifica a través de la tasa de rotación laboral dada por porcentaje del número de personas que abandonan en un periodo determinado sobre promedio de empleados en el mismo periodo, en unidades porcentuales, en unidades porcentuales.

AMBIENTE DE TRABAJO CONFORTABLE:

Corresponde a los beneficios de salud y condiciones laborales de los trabajadores brindadas por programas o estrategias de bienestar de la empresa participantes del proyecto. Se cuantifica en un sistema binario según la existencia de dichos programas.

CANTIDAD DE TRABAJO MANUAL:

Corresponde a la cantidad de trabajos manuales duros, con impacto en la salud física y mental de los trabajadores. Se cuantifica a través de la cantidad de renuncias aceptadas más la cantidad de licencias emitidas, normalizados en los metros cuadrados del proyecto, en unidades por sobre metros cuadrados.

ESTABILIDAD PARA FAMILIA Y COMUNIDAD:

Corresponde a la cantidad de beneficios familiares otorgados a los trabajadores a través de planes de mejora laboral de las empresas participantes del proyecto. Se cuantifica en un sistema binario según la existencia de dichos programas.

DIVERSIDAD EN MANO DE OBRA:

Corresponde al nivel de diversificación de la fuerza de trabajo generada por la atracción de personas empleadas en otras industrias, como beneficio por los cambios en las condiciones laborales. Se cuantifica a través de indicadores demográficos de la fuerza laboral, como registros de edad, género, nacionalidad, entre otros, en escala de puntajes según más alta sea la diversidad.

6.4.2.2. DISRUPCIÓN LOCAL:

Mide la alteración en los hábitos y rutinas producidos durante la ejecución de la etapa de construcción del proyecto, que afectan, de forma inmediata, a la comunidad colindante en el emplazamiento de este.

RUIDO:

Corresponde al sonido continuo, en un período extraordinario, dentro del período constructivo. Sé cómo el impacto acústico que producen los trabajos en el entorno cercano, medido a través de pruebas de ruido, a través de un sonómetro, en unidades de decibeles.

MOVIMIENTO DE VEHÍCULOS:

Corresponde al aumento de movimiento de vehículos comerciales en el sector de construcción, incluyendo el suministro de materiales. Se cuantifica como el número de vehículos pesados que arriban a la obra por día de construcción normalizado por los metros cuadrados del proyecto, en unidades de *[número de vehículos/(m² día)]*.

6.4.2.3. BENEFICIOS DE LA INDUSTRIA

Mide los beneficios económicos, mejoras en la productividad y disminución de los riesgos del rubro alcanzados a partir del nivel de desarrollo tecnológico y la capacidad de formar alianzas en cadena de suministros que posee un proyecto.

ESTANDARIZACIÓN Y REPETICIÓN:

Corresponde a la incorporación de componentes con alta capacidad repetitiva. Se cuantifica a través de la cantidad de partidas estandarizadas sobre el total de éstas, en unidades porcentuales.

ESCALABILIDAD:

Corresponde a los ahorros financieros logrados a través del aprendizaje en la mejora en los procesos de diseños y construcción de los proyectos ejecutados que hayan incorporado construcción industrializada. Se cuantifica como el porcentaje, en costos, de las partidas industrializadas frente al resto de la construcción, en unidades porcentuales.

INTEGRACIÓN TEMPRANA EN CADENA DE SUMINISTROS:

Corresponde al nivel de alianza entre la cadena de suministros y el proyecto. Se cuantifica como el tiempo que demora, desde el inicio del diseño, la cadena de suministros en tomar conocimiento del proyecto, normalizado por los metros cuadrados del proyecto, en unidades de *[días/m²]*.

6.4.2.4. BENEFICIOS DE LA COMUNIDAD

Mide los beneficios obtenidos por las comunidades aledañas al proyecto, posteriormente a su ejecución, tales como, diversificación y/o aumento de la urbanización y crecimiento económico.

INVERSIÓN EN COMUNIDAD LOCAL:

Corresponde al beneficio social a largo plazo obtenido debido a la creación de escuelas locales, empresas sociales u organizaciones benéficas, en la localidad donde se emplaza el proyecto o las industrias manufactureras que forman parte de él. Se cuantifica como el número de instancias sociales creadas a partir del inicio del proyecto.

LICENCIA SOCIAL:

Corresponde a las creencias, percepciones y opiniones de la población local y otros grupos de interés acerca del proyecto. Se cuantifica como el porcentaje de aceptación de la comunidad sobre el proyecto, en unidades porcentuales.

CRECIMIENTO ECONÓMICO REGIONAL:

Corresponde al beneficio económico regional de activación y expansión generado por la ubicación del proyecto o las industrias manufactureras que forman parte de él. Se cuantifica como la variación del PIB sectorial desde el inicio del proyecto.

6.4.3. Metodología de Cálculo

PUNTAJE TOTAL ÁMBITO SOCIAL

$$PTS = PCVT + PDL + PBI + PBC$$

Donde:

- PCVT: Puntaje Calidad de vida de los trabajadores.
- PDL: Puntaje Disrupción local.
- PBI: Puntaje Beneficios de la industria.
- PBC: Puntaje Beneficios de la comunidad.
- Calidad de vida de los trabajadores

$$PCVT = PRL + PATC + PCTM + PEFC + PDMO$$

Donde:

- PRL: Puntaje Rotación laboral.
- PATC: Puntaje Ambiente de trabajo confortable.
- PCTM: Puntaje Cantidad de trabajo manual.
- PEFC: Puntaje Estabilidad para familia y comunidad.
- PDMO: Puntaje Diversidad en mano de obra.

DISRUPCIÓN LOCAL

$$DPL = PRD + PMV$$

Donde:

- PRD: Puntaje Ruido.
- PMV: Puntaje Movimiento de vehículos.

BENEFICIOS DE LA INDUSTRIA

$$PBI = PER + PE + PITCS$$

Donde:

- PER: Puntaje Estandarización y repetición.
- PE: Puntaje Escalabilidad.
- PITCS: Puntaje Integración temprana en cadena de suministros.

BENEFICIOS DE LA COMUNIDAD

$$PBC = PECL + PLS + PCER$$

Donde:

- PECL: Puntaje Inversión en comunidad local.
- PLS: Puntaje Licencia social.
- PCER: Puntaje Crecimiento económico regional.

6.5. Metodología de Cálculo General

A continuación, se detalla la estructura y el procedimiento para el cálculo del puntaje obtenido en el índice KPI de industrialización, evaluado según el cálculo de los indicadores.

6.5.1. Ponderación de Indicadores

A continuación, se presentan las ponderaciones de cada indicador, acordadas en conjunto con la mesa de trabajo del CCI.

TABLA N°4: PONDERACIÓN INDICADORES DEL PROYECTO.

ÁMBITO	SUB-ÁMBITOS	INDICADOR	PONDERACIÓN
DEL PROYECTO	COSTOS	COSTOS DE DISEÑO	20%
		COSTOS DE CONSTRUCCIÓN	35%
		COSTOS DE MODIFICACIONES	15%
		COSTOS PRELIMINARES	10%
		COSTOS DE TRANSPORTE Y LOGÍSTICA	10%
		COSTOS DE ALMACENAJE	10%
	PLAZOS	DURACIÓN DEL DISEÑO	15%
		DURACIÓN CONSTRUCCIÓN OFF SITE	15%
		DURACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN ON SITE	40%
		RETRASOS	20%
		TRANSPORTE Y LOGÍSTICA	10%
	CALIDAD	COSTOS DE TRABAJO REHECHO	40%
		SATISFACCIÓN DEL USUARIO	15%
		MANTENIMIENTO	15%
		CONSUMO ENERGÉTICO	15%
		OBSERVACIONES DE CALIDAD	15%
	MANO DE OBRA	EN EL SITIO	40%
		FUERA DEL SITIO	25%
		OFICIOS E INTERFACES (MO PEAK)	10%
		ACCIDENTES LABORALES	15%
CERTIFICACIÓN DE TRABAJADORES		10%	

TABLA N°5: PONDERACIÓN INDICADORES MEDIO AMBIENTALES.

ÁMBITO	SUB-ÁMBITOS	INDICADOR	PONDERACIÓN
MEDIO AMBIENTALES	CONSIDERACIONES AMBIENTALES	GENERACIÓN DE RESIDUOS	35%
		CONTAMINACIÓN	25%
		USO DE ENERGÍA EN LA CONSTRUCCIÓN	20%
		USO DE AGUA EN LA CONSTRUCCIÓN	10%
		CO2 INCORPORADO	10%
MEDIO AMBIENTALES	CICLO DE VIDA	DURABILIDAD	45%
		ADAPTABILIDAD FUTURA	25%
		RECICLABILIDAD AL FINAL DEL CICLO	30%

TABLA N°6: PONDERACIÓN INDICADORES SOCIALES.

ÁMBITOS	SUB-ÁMBITOS	INDICADORES	PONDERACIÓN
SOCIALES	CALIDAD DE VIDA DE LOS TRABAJADORES	ESTABILIDAD LABORAL	20%
		AMBIENTE DE TRABAJO CONFORTABLE	20%
		CANTIDAD DE TRABAJO MANUAL	20%
		ESTABILIDAD PARA FAMILIA Y COMUNIDAD	20%
		DIVERSIDAD EN MANO DE OBRA	20%
	DISRUPCIÓN LOCAL	EMISIÓN DE RUIDO	50%
		MOVIMIENTO DE VEHÍCULOS	50%
	BENEFICIOS DE LA INDUSTRIA	ESTANDARIZACIÓN Y REPETICIÓN	40%
		ESCALABILIDAD	30%
		INTEGRACIÓN TEMPRANA EN CADENA DE SUMINISTROS	30%
	BENEFICIOS DE LA COMUNIDAD	INVERSIÓN EN COMUNIDAD LOCAL	25%
		LICENCIA SOCIAL	25%
		CRECIMIENTO ECONÓMICO REGIONAL	50%

6.5.2. Puntaje Máximo

DEL ÁMBITO

Cada ámbito del proyecto contará con un puntaje máximo alcanzable de 100 puntos y un mínimo de 0 puntos.

DEL SUB-ÁMBITO

El puntaje máximo del ámbito se distribuye de forma equitativa entre cada sub-ámbito que lo conforme.

DEL INDICADOR

El puntaje máximo del indicador se determina proporcional al peso que el indicador posea, según lo acordado con la mesa de trabajo del CCI. Las tablas de puntajes finales de cada ámbito, sub ámbito e indicador se muestran a continuación.

TABLA N°7: DISTRIBUCIÓN DE PUNTAJES ÁMBITO: DEL PROYECTO.

ÁMBITO: DEL PROYECTO		100,00
SUB-ÁMBITO	INDICADORES	PUNTAJE MÁXIMO
COSTOS		25,00
	COSTOS DE DISEÑO	5,00
	COSTOS DE CONSTRUCCIÓN	8,75
	COSTOS DE MODIFICACIONES	3,75
	COSTOS PRELIMINARES	2,50
	COSTOS DE TRANSPORTE Y LOGÍSTICA	2,50
	COSTOS DE ALMACENAJE	2,50
PLAZOS		25,00
	DURACIÓN DEL DISEÑO	3,75
	DURACIÓN CONSTRUCCIÓN OFF SITE	3,75
	DURACIÓN CONSTRUCCIÓN ON SITE	10,00
	RETRASOS	5,00
	TRANSPORTE Y LOGÍSTICA	2,50
CALIDAD		25,00
	COSTOS DE TRABAJO REHECHO	10,00
	SATISFACCIÓN DEL USUARIO	3,75
	MANTENIMIENTO	3,75
	CONSUMO ENERGÉTICO	3,75
	OBSERVACIONES DE CALIDAD	3,75
MANO DE OBRA		25,00
	EN EL SITIO	10,00
	FUERA DEL SITIO	6,25
	OFICIOS E INTERFACES (MO PEAK)	2,50
	ACCIDENTES LABORALES	3,75
	CERTIFICACIÓN TRABAJADORES	2,50

TABLA N°8: DISTRIBUCIÓN DE PUNTAJES ÁMBITO: MEDIO AMBIENTALES

ÁMBITO: DEL PROYECTO		100,00
SUB-ÁMBITO	INDICADORES	PUNTAJE MÁXIMO
Consideraciones Ambientales		50,00
	Generación de residuos	17,5
	Contaminación de material particulado	12,5
	Uso de energía en la construcción	10
	Uso de agua en la construcción	5
	CO2 incorporado	5
CICLO DE VIDA		50,00
	Durabilidad	22,5
	Adaptabilidad Futura	12,5
	Reciclabilidad al final del ciclo	15

TABLA N°9: DISTRIBUCIÓN DE PUNTAJES ÁMBITO: SOCIALES.

ÁMBITO: SOCIALES		100,00
SUB-ÁMBITO	INDICADORES	PUNTAJE MÁXIMO
CALIDAD DE VIDA DE LOS TRABAJADORES		25,00
	ROTACIÓN LABORAL	5,50
	AMBIENTE DE TRABAJO CONFORTABLE	4,75
	CANTIDAD DE TRABAJO MANUAL	5,50
	ESTABILIDAD PARA FAMILIA Y COMUNIDAD	4,75
	DIVERSIDAD EN MANO DE OBRA	4,50
DISRUPCIÓN LOCAL		25,00
	EMISIÓN DE RUIDO	13,00
	MOVIMIENTO DE VEHÍCULOS	12,00
BENEFICIOS DE LA INDUSTRIA		25,00
	ESTANDARIZACIÓN Y REPETICIÓN	10,25
	ESCALABILIDAD	6,75
	INTEGRACIÓN TEMPRANA EN CADENA DE SUMINISTROS	8,00
BENEFICIOS DE LA COMUNIDAD		25,00
	INVERSIÓN EN COMUNIDAD LOCAL	6,25
	LICENCIA SOCIAL	5,50
	CRECIMIENTO ECONÓMICO REGIONAL	13,25

6.5.3. Proyecto Meta

El puntaje que alcanzan los indicadores se determina de acuerdo a la proximidad proporcional al valor ideal del indicador según valores determinados para un proyecto ideal, el cual representa la captura total de valor de la construcción industrializada, los cuales fueron propuestos por CDT y calibrados según la medición de obras piloto. El valor del Proyecto Meta de cada indicador se encuentra detallado en Informe “KPI de Industrialización – Calibración de Indicadores y medición de obras”.

6.5.4. Puntaje Obtenido

Finalmente, el puntaje obtenido en cada indicador dependerá impacto que puede tener un indicador en el índice puede ser positivo o negativo, es por esto que los indicadores se clasifican en impacto “directo” o impacto “indirecto”, es decir, el mayor valor de un indicador puede significar una mayor captura de valor (directo) o una menor captura de valor (indirecto). En esta línea, el puntaje de cada indicador se calcula con determinado valor obtenido en el indicador se determina con la siguiente fórmula:

DIRECTO

$$\text{Puntaje del indicador} = \frac{\text{Valor del indicador del proyecto meta}}{\text{Valor del indicador del proyecto}} * \text{Puntaje máximo}$$

INDIRECTO

$$\text{Puntaje del indicador} = \frac{\text{Valor del indicador del proyecto}}{\text{Valor del indicador del proyecto meta}} * \text{Puntaje máximo}$$

Es posible entender entonces que, si un proyecto obtiene un valor en su indicador igual al establecido como proyecto meta, obtendrá todo el puntaje que se ha asignado a ese indicador.

6.6. Fuentes de Datos

A continuación, se detalla las fuentes de datos determinadas por CDT para determinar el valor de cada indicador perteneciente al índice.

6.6.1. Del Proyecto

6.6.1.1. COSTOS

COSTOS DE DISEÑO

Su unidad es $[UF/m^2]$ se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Costo inicial de diseño:** Costo en UF asociado al capital inicial invertido en el desarrollo del diseño arquitectónico, cálculo estructural y especialidades, incluyendo costos de coordinación del proyecto o BIM. No se deben considerar los costos asociados al diseño de modificaciones realizadas al diseño original del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el contrato de diseño o tarifas del equipo encargado de completar el diseño del proyecto.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el Costo inicial de diseño (numerador) en los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Costo del Diseño}} = \frac{\text{Costo Inicial del Diseño}}{\text{Metros Cuadrados Construidos}}$$

COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

Su unidad es $[UF/m^2]$ y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Costos de construcción:** Costo en UF asociado a el proceso de ejecución del edificio, considerando obra gruesa, terminaciones y la producción de elementos prefabricados en fábricas. Sin considerar los costos asociados al indicador de Obras Preliminares. Es posible obtenerla de fuentes como el contrato de construcción, los gastos generales del contratista, estados de pago de subcontratos y análisis de precios unitarios.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el Costo de construcción (numerador) en metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Costo de la Construcción}} = \frac{\text{Costo Inicial de Construcción}}{\text{Metros Cuadrados Construidos}}$$

COSTOS DE MODIFICACIONES DE DISEÑO

Su unidad es $[UF/m^2]$ y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Costos de modificación:** Costo en UF asociado a la ejecución de las partidas involucradas en la modificación del diseño original del proyecto, fuera de la etapa de diseño. Considerando diseño de las modificaciones, trabajos cambios y adaptación de elementos en el sitio y modificaciones en el diseño y producción de los elementos off site. Es posible obtenerla de fuentes como tarifas del equipo encargado del diseño de las modificaciones del proyecto.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el Costo de modificación (numerador) en los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Costo de Mod del Diseño}} = \frac{\text{Costo de Construcción}}{\text{Metros Cuadrados Construidos}}$$

COSTOS PRELIMINARES

Su unidad es $[UF/m^2]$ y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Costos de obra preliminares:** Costo en UF asociado a ejecución de las partidas contempladas en la etapa previa a obra gruesa del proyecto. Considerando, además, demoliciones, remoción de escombros, trabajos externos y modificaciones. Es posible obtenerla de fuentes como gastos generales del contratista, estados de pago de los subcontratistas y el análisis de precios unitarios.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el Costo de obras preliminares (numerador) en en los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Costo de Costos Preliminares}} = \frac{\text{Costo Preliminares}}{\text{Metros Cuadrados Construidos}}$$

COSTOS DE TRANSPORTE Y LOGÍSTICA

Su unidad es $[UF/m^2]$ y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Costo de transporte:** Costo en UF asociado al servicio de traslado de elementos y componentes prefabricados, materiales, maquinaria, herramientas y equipos. Es posible obtenerla de fuentes como estados de pago de los subcontratistas, pagos de fletes y facturas de suministros.

- **Costo de logística:** Costo en *UF* asociado a las actividades que permiten abastecer de a la obra de los recursos necesarios para su ejecución. Considerando la ejecución de actividades on site y off site. Es posible obtenerla de fuentes como gastos generales del contratista, estados de pago de los subcontratistas y análisis de precios unitarios.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se debe sumar el Costo de transporte con el Costo de logística, para dar lugar al Costo de transporte y logística. Posteriormente, se divide el Costo de transporte y logística (numerador) en los metros cuadrados construidos.

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Costo de Transp y Logís}} = \frac{\text{Costo Transp} + \text{Costo Logíst}}{\text{Metros Cuadrados Construidos}}$$

COSTOS DE ALMACENAJE

Su unidad es $[UF/m^2]$ y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Costo de almacenaje:** Costo en *UF* asociado al conservar existencias en el sitio de construcción y a las actividades necesarias para brindar las condiciones de almacenamiento. Es posible obtenerla de fuentes como gastos generales del contratista, análisis de precios unitarios y estados de pago de subcontratistas.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el Costo de almacenaje (numerador) los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Costo de Almacenaje}} = \frac{\text{Costo de Almacenaje}}{\text{Metros Cuadrados Construidos}}$$

6.6.1.2. PLAZOS

DURACIÓN DEL DISEÑO

Su unidad es *[días/m²]* y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Plazo de diseño:** Tiempo en días asociado a la producción del modelo arquitectónico, estructural y de especialidades del proyecto. Considerando las actividades de coordinación o BIM si procede. Es posible obtenerla de fuentes como tarifas del equipo encargado de completar el diseño del proyecto y programa general del proyecto.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el Plazo de diseño (numerador) en los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Costo del Diseño}} = \frac{\text{Costo de Diseño}}{\text{Metros Cuadrados Construidos}}$$

DURACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN OFF SITE

Su unidad es *[días/m²]* y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Plazo de construcción off site:** Tiempo en días asociado a la ejecución de los elementos, componentes o estructuras prefabricadas incluidas en el proyecto. Considerando producción en fábrica y en talleres de prefabricación en sitio de construcción. Es posible obtenerla de fuentes como el programa de construcción del proyecto del contratista y el programa de producción del subcontratista.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el Plazo de construcción off site (numerador) en los metros construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Costo off site}} = \frac{\text{Plazo de Construcción off site}}{\text{Metros Cuadrados Construidos}}$$

DURACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN ON SITE

Su unidad es **[días/m²]** y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Plazo de construcción on site:** Tiempo en días asociado a las actividades involucradas en la ejecución del proyecto en el sitio de construcción, considerando las actividades de instalación de faena y preparación de las condiciones del terreno. Es posible obtenerla de fuentes como el programa general del proyecto y el programa de construcción del proyecto del contratista.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el Plazo de construcción on site (numerador) en los metros construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Costo on site}} = \frac{\text{Plazo de Construcción on site}}{\text{Metros Cuadrados Construidos}}$$

RETRASOS

Su unidad es **[días/m²]** y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Plazo extra de construcción:** Tiempo en días asociado al desfase entre la fecha original de entrega del proyecto y la fecha de entrega final del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el programa general del proyecto y el programa de construcción del proyecto del contratista.

- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el plazo extra de construcción (numerador) en los metros construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Retrasos}} = \frac{\text{Plazo extra de Construcción}}{\text{Metros Cuadrados Construidos}}$$

TRANSPORTE Y LOGÍSTICA

Su unidad es *[días/m²]* y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Plazo de transporte:** Tiempo en días asociado al servicio de traslado de elementos y componentes prefabricados, materiales, maquinaria, herramientas y equipos. Es posible obtenerla de fuentes como programa de envíos del subcontratista.
- **Plazo de logística:** Tiempo en días asociado a las actividades que permiten abastecer de a la obra de los recursos necesarios para su ejecución. Considerando la ejecución de actividades on site y off site. Es posible obtenerla de fuentes como programa de construcción del proyecto del contratista y programa de producción de los subcontratistas.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se debe sumar el plazo de transporte con el plazo de logística, para dar lugar al plazo de transporte y logística. Posteriormente, se divide el plazo de transporte y logística (numerador) en los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Transporte y Logística}} = \frac{\text{Plazo de Transporte}}{\text{Metros Cuadrados Construidos}}$$

6.6.1.3. CALIDAD

COSTOS DE TRABAJO REHECHO

Su unidad es $[UF/m^2]$ y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Costos de trabajo rehecho:** Costo en UF asociado a la ejecución de actividades correctivas de partidas rechazadas debido a problemas de calidad. Es posible obtenerla de fuentes como el contrato de construcción, los gastos generales del contratista, estados de pago de subcontratos y análisis de precios unitarios.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el costo de trabajo rehecho (numerador) en los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Trabajo rehecho}} = \frac{\text{Costos de trabajo rehecho}}{\text{Metros Cuadrados Construidos}}$$

SATISFACCIÓN DEL USUARIO

Su unidad es n° de reclamos / n° de unidades habitacionales y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Número de reclamos:** Cantidad total, en números enteros, de reclamos realizados por los usuarios finales de las unidades habitacionales, es decir, aquellos que hagan uso y habiten el espacio. Es posible obtenerla de fuentes como reclamos recibidos en el departamento de post venta.
- **Número de unidades habitacionales:** Cantidad total, en números enteros, de unidades habitacionales construidas con el fin de ser habitadas por un usuario. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el número de reclamos (numerador) en el número de unidades habitacionales (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Satisfacción del Usuario}} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Reclamos}}{\text{N}^\circ \text{ de unidades Habitacionales}}$$

MANTENIMIENTO

Su unidad es $[UF/m^2]$ por año y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Costo de mantenimiento anual:** Costo anual en *UF* asociado las actividades que brindan la protección del edificio ante la acción del tiempo y desgaste por el uso y operación. Es posible obtenerla de fuentes como registros del diseño o la memoria de arquitectura.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el costo de mantenimiento anual (numerador) en los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Mantenimiento}} = \frac{\text{Costo de Mantenimiento Anual}}{\text{N}^\circ \text{ de unidades Habitacionales}}$$

CONSUMO ENERGÉTICO

Su unidad es $[kWh/m^2]$ por año y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Promedio ponderado de demanda térmica:** Energía anual en *kWh* necesaria para alcanzar el confort térmico de la vivienda, según la Certificación de Vivienda Sustentable (CVS), por unidad habitacional del edificio. Es posible obtenerla de fuentes como el estudio de envolvente térmica del diseño del proyecto.

- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se debe utilizar el promedio ponderado de demanda térmica numeral 2.1.5 del Manual de Aplicación de la Calificación de Energética de Viviendas. Posteriormente se divide el promedio de la Energía de Calefacción Anual (numerador) en los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Consumo Energético}} = \frac{\text{Promedio de la Energía Calefacción Anual}}{\text{Metros cuadrados construidos}}$$

OBSERVACIONES DE CALIDAD

Su unidad es **[n° de observaciones/m²]** y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Observaciones de calidad:** Cantidad total, en números enteros, de observaciones realizadas producto de problemas de calidad de la construcción los cuales generen trabajo rehecho, trabajos adicionales y/o mejora en la ejecución de las partidas involucradas. Es posible obtenerla de fuentes como el registro de no conformidades de calidad del proyecto y protocolos de calidad de partidas rechazadas en su entrega.

Para calcularlo se suma la cantidad de observaciones de calidad en año, desde la entrega del producto.

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Observaciones de Calidad}} = \text{N° observaciones de Calidad}$$

6.6.1.4. MANO DE OBRA

EN EL SITIO

Su unidad es $[HH/m^2]$ y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Esfuerzo humano directo:** Cantidad de trabajo en *HH* asociadas a la ejecución en el sitio de las partidas de construcción del proyecto, relacionadas directamente con la producción de los elementos y componentes del edificio. Considerando a los trabajadores contratados por la empresa constructora principal. Es posible obtenerla de fuentes como análisis de precios unitarios, gastos generales, contratos de mano de obra y el programa de construcción del proyecto del contratista.
- **Esfuerzo humano indirecto:** Cantidad de trabajo en *HH* asociadas a la supervisión de la ejecución en el sitio de las partidas de construcción del proyecto. Considera a trabajadores contratados por la empresa constructora principal. Es posible obtenerla de fuentes como gastos generales, contratos de supervisores y el programa de construcción del proyecto del contratista.
- **Esfuerzo humano subcontratado:** Cantidad de trabajo en *HH* asociadas a la ejecución en el sitio de las partidas de construcción del proyecto, relacionadas directamente con la producción de los elementos y componentes del edificio. Considerando a los trabajadores subcontratados por la empresa constructora principal. Es posible obtenerla de fuentes como análisis de precios unitarios, gastos generales, subcontratos de mano de obra y el programa de construcción del proyecto del contratista.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se suma el Esfuerzo humano directo con el Esfuerzo humano indirecto y el Esfuerzo humano subcontratado, para dar lugar al Esfuerzo humano total. Posteriormente, se divide el Esfuerzo humano total (numerador) en los metros cuadrados construidos (denominador).

FUERA DEL SITIO

Su unidad es $[HH/m^2]$ y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Esfuerzo humano off site:** Cantidad de trabajo en *HH* asociadas a la producción y montaje de los elementos, componentes y estructuras prefabricadas del proyecto. Considerando el trabajo realizado en talleres de prefabricación en el sitio de construcción y la producción en fábrica de estos elementos. Es posible obtenerla de fuentes como la cantidad de operarios presentes en la línea de producción y el programa de producción del subcontratista.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el promedio del Esfuerzo humano off site (numerador) en los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Mo fuera del sitio}} = \frac{\text{EF off site}}{\text{Metros cuadrados construidos}}$$

OFICIOS E INTERFACES (MO PEAK)

Su unidad es $[n^{\circ} \text{ de trabajadores}/m^2]$ y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **N° de trabajadores peak:** Cantidad máxima de trabajadores, en números enteros, que se encuentran trabajando en las actividades relacionadas a la ejecución del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como contratos de mano de obra, análisis de precios unitarios y el programa de construcción del proyecto del contratista.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el N° de trabajadores peak (numerador) en los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Oficios e Interfaces (MO Peak)}} = \frac{\text{N° Trabajadores Peak}}{\text{Metros cuadrados construidos}}$$

ACCIDENTES LABORALES

Su unidad es porcentual y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **N° de accidentes en el periodo:** Cantidad de accidentes, en números enteros, ocurridos durante un año de ejecución del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como reportes de accidentes de prevención de riesgo.
- **N° de trabajadores en el periodo:** Cantidad de trabajadores, en números enteros, que se han expuesto a riesgos debido a su trabajo en la ejecución del proyecto, durante el mismo año en el que se mide el N° de accidentes. Es posible obtenerla de fuentes como contratos de mano de obra, análisis de precios unitarios y el programa de construcción del proyecto del contratista.

Para calcularlo se divide el N° de accidentes en el período (numerador) en el N° de trabajadores en el período (denominador), para dar lugar a la relación de accidentes laborales. Posteriormente, se multiplica la relación de accidentes laborales por cien.

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Accidentes Laborales}} = \frac{\text{N° Accidentes en el Período}}{\text{N° de Trabajadores en el Período}} * 100$$

CERTIFICACIÓN TRABAJADORES

Su unidad es porcentual y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Trabajadores certificados:** Cantidad de trabajadores, en números enteros, que se encuentran certificados en temas de producción, planificación y gestión dentro del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como registro de certificaciones de la obra y la empresa, certificados de cursos acreditados, certificados de inscripciones académicas.
- **Trabajadores totales:** Cantidad de trabajadores, en números enteros, que se encuentran trabajando en el proyecto de construcción durante la ejecución. Es posible obtenerla de fuentes como el organigrama del proyecto de construcción, contratos de mano de obra, análisis de precios unitarios y el programa de construcción del proyecto del contratista.

Para calcularlo se divide los Trabajadores certificados (numerador) en los Trabajadores totales (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Accidentes Laborales}} = \frac{\text{Trabajadores Certificados}}{\text{Trabajadores Totales}} * 100$$

6.6.2. Medioambientales

6.6.2.1. CONSIDERACIONES AMBIENTALES

GENERACIÓN DE RESIDUOS

Su unidad es $[m^3/m^2]$ y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Residuos generados:** Cantidad en metros cúbicos de residuos generados a partir de la ejecución de partidas consideradas en la etapa de construcción del proyecto. Considerando aquellos residuos tratados a través de servicio de traslado a vertedero según la Certificación de Vivienda Sustentable (CVS). Es posible obtenerla de fuentes como facturas de pago de servicios de retiro de **escombros y residuos a vertedero**.

- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide los Residuos generados (numerador) en los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Generación de Residuos}} = \frac{\text{Residuos Generados}}{\text{Metros cuadrados construidos}}$$

CONTAMINACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO

Su unidad es $[\mu\text{g}/\text{m}^2]$ y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Material particulado:** Cantidad de material particulado y dióxido de nitrógeno en μg asociado a las actividades de la etapa de construcción del proyecto, medido alrededor del sitio de construcción según el Certificado de Vivienda Sustentable (CVS). Es posible obtenerla de fuentes como Plan de mitigación de impactos ambientales de la construcción y demolición y el Registro de actividades generadoras de emisiones a la atmósfera.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el Material particulado (numerador) en los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Contaminación Material Particulado}} = \frac{\text{Material Particulado}}{\text{Metros cuadrados construidos}}$$

USO DE ENERGÍA EN LA CONSTRUCCIÓN

Su unidad es $[kWh/m^2]$ y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Energía para la construcción:** Cantidad de energía en kWh asociado a la ejecución de las actividades pertenecientes a la etapa de construcción. Considerando la energía involucrada en la dotación de electricidad, combustible y gas. Es posible obtenerla de fuentes como cuentas de suministro energético del proyecto durante la etapa de construcción y las facturas de compra de combustible para generadores.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide la Energía para la construcción (numerador) en los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Uso de Energía en la Construcción}} = \frac{\text{Energía para la Construcción}}{\text{Metros cuadrados construidos}}$$

USO DE AGUA EN LA CONSTRUCCIÓN

Su unidad es $[m^3/m^2]$ y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Volumen de agua para la construcción:** Volumen de agua en m³ asociado a la ejecución de las actividades pertenecientes a la etapa de construcción. Es posible obtenerla de fuentes como cuentas de suministro de agua del proyecto durante la etapa de construcción.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el Volumen de agua (numerador) en los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Uso de Agua en la Construcción}} = \frac{\text{Volumen de agua en la construcción}}{\text{Metros cuadrados construidos}}$$

CO2 INCORPORADO

Su unidad es **[ton/m²]** y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **CO2 incorporado:** Cantidad de CO2 en toneladas se encuentra incorporado en los materiales empleados en el proyecto y el producido en la ejecución de las actividades pertenecientes a la etapa de construcción, según lo establecido en la Certificación de Vivienda Sustentable (CVS). Es posible obtenerla de fuentes como la especificación técnica de cada material.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se multiplica la cubicación de diseño de cada material por su CO2 incorporado, la suma total se divide en los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{CO2 Incorporado}} = \frac{\sum \text{Cubicación Material} * \text{CO2 Incorporado}}{\text{Metros cuadrados construidos}}$$

6.6.2.2. CICLO DE VIDA

DURABILIDAD

Su unidad es **[años/m²]** y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Vida útil proyectada:** Tiempo en años asociado a la proyección del periodo, después de finalizada la construcción, en el que el edificio conserva los requerimientos mínimos para los cuales fue diseñado, considerando mantenciones periódicas. Es posible obtenerla de fuentes como la predicción de vida útil en la memoria de diseño del proyecto.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide (numerador) la Vida útil proyectada en la Superficie interna bruta (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Durabilidad}} = \frac{\text{Vida Útil Proyectada}}{\text{Metros cuadrados construidos}}$$

ADAPTABILIDAD FUTURA

Su unidad es unitaria según puntaje y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Tipo de Construcción:** Corresponde a la flexibilidad de la construcción para permitir futuros cambios de uso durante su vida útil, según las necesidades del cliente, clasificados según los puntos adjuntos. Es posible obtener la información desde fuentes como la memoria de diseño del proyecto.

Construcción Modular: La construcción modular se refiere a aquellos proyectos construidos completamente fuera de su emplazamiento final, bajo condiciones de planta estrictamente controladas, utilizando los mismos materiales y diseñando los mismos códigos y estándares que en una construcción convencional.

Construcción Semi-Modular: La construcción semi-modular se refiere a aquellos proyectos construidos parcialmente fuera de su emplazamiento final, bajo condiciones de planta estrictamente controladas, utilizando los mismos materiales y diseñando los mismos códigos y estándares que en una construcción convencional.

Construcción Tradicional: La construcción tradicional se refiere a aquellos proyectos construidos completamente en su emplazamiento final.

Para calcularlo se obtiene su puntaje según la tabla adjunta.

TABLA N°10: DISTRIBUCIÓN DE PUNTAJE INDICADOR ADAPTABILIDAD FUTURA.

MODULAR	SEMI-MODULAR	TRADICIONAL
10 puntos	5 puntos	0 puntos

RECICLABILIDAD AL FINAL DEL CICLO CONSTRUCTIVO

Su unidad es unitaria según puntaje y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Cubicación Teórica de los Materiales:** Corresponde al volumen de cada material proyectado desde la fase de diseño del proyecto. Es posible obtener la información desde fuentes como los planos contractuales, memorias de diseño y archivos de cubicación del proyecto.
- **Materiales Tradicionales:** Los materiales de construcción son los productos, subproductos y materias primas empleados en la fabricación de edificaciones y obras civiles. La clasificación de tradicional se otorga a aquellos materiales, que luego de cumplir su proceso de vida útil no se pueden reutilizar o reciclar y acaban en botaderos. La información sobre la clasificación del material se puede obtener desde la ficha técnica del fabricante.
- **Materiales Verdes:** Los materiales de construcción son los productos, subproductos y materias primas empleados en la fabricación de edificaciones y obras civiles. La clasificación de material verde se otorga a aquellos materiales, que luego de cumplir su proceso de vida útil, y gracias a su diseño, cumplen un rol en la economía circular a través de su reutilización o reciclaje. La información sobre la clasificación del material se puede obtener desde la ficha técnica del fabricante.
- **Programa de Reciclaje:** Corresponde a planes de acción internos de cada proyecto con el objetivo de reciclar o reutilizar materiales y/o materias primas.

El cálculo del puntaje de este ítem se obtiene a través de una tabla de doble entrada, donde la distribución de puntajes depende de dos factores: La cubicación de materiales verdes sobre materiales tradicionales, y la existencia de programas de reciclaje internos dentro de cada proyecto.

TABLA N°11: DISTRIBUCIÓN PUNTAJE INDICADOR RECICLABILIDAD AL FINAL DEL CICLO.

CUBICACIÓN MAYOR / EXISTENCIA DE PLAN DE RECICLAJE	MATERIALES VERDES	MATERIALES TRADICIONALES
SI	15 puntos	10 puntos
NO	5 puntos	0 puntos

6.6.3. Sociales

6.6.3.1. CALIDAD DE VIDA DE LOS TRABAJADORES

ROTACIÓN LABORAL

Su unidad es porcentual y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Número de personas que abandonan en el periodo:** Cantidad de trabajadores, en números enteros, que finalizan relaciones con el proyecto dentro de un año. Es posible obtenerla de fuentes como recibos de saldo y finiquitos de los trabajadores del proyecto.
- **Contratos Totales:** Cantidad de trabajadores, en números enteros, obtenido a partir del promedio de la cantidad de trabajadores que se encontraban relacionadas con el proyecto dentro del mismo año en que se midió el N° de personas que abandonan en el periodo. Considerando para el cálculo del promedio el registro de la cantidad de trabajadores que estuvieron relacionados con el proyecto un mes, dos meses, tres meses... hasta doce meses. Es posible obtenerla de fuentes como el organigrama del proyecto de construcción, contratos de mano de obra, análisis de precios unitarios y el programa de construcción del proyecto del contratista.

Para calcularlo se divide el N° de personas que abandonan en el periodo (numerador) en el Promedio de empleados en el período (denominador), para dar lugar a la relación de Rotación laboral. Posteriormente, se multiplica la relación de Rotación laboral por cien.

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Rotación Laboral}} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de Personas que Abandonan}}{\text{Contratos Totales}}$$

AMBIENTE DE TRABAJO CONFORTABLE

Su unidad es en unidades binarias y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Programas de Bienestar:** Corresponde a los programas o estrategias de bienestar de la empresa participante del proyecto. Es posible obtenerlo de fuentes como los programas o estrategias de bienestar de la empresa que estuvieron vigentes para los trabajadores en el periodo de construcción del proyecto.

Para calcularlo se debe considerar un punto si la obra estudiada posee los programas descritos, y cero puntos, en caso contrario.

CANTIDAD DE TRABAJO MANUAL

Su unidad es en unidades y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Números de Despidos:** Cantidad en unidades de despidos acumulados dentro de la obra. Es posible obtenerla de fuentes como cartas de despidos y finiquitos.
- **Número de Renuncias:** Cantidad en unidades de renuncias aceptadas acumuladas dentro de la obra. Es posible obtenerla de fuentes como cartas de renuncia y finiquitos.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se suma el número de despidos más el número de renuncias y se dividen por los metros cuadrados construidos de la obra.

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Cantidad de Trabajo Manual}} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Despidos} + \text{N}^\circ \text{ de Renuncias}}{\text{Metros cuadrados construídos}}$$

ESTABILIDAD PARA FAMILIA Y COMUNIDAD

Su unidad es en unidades y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Beneficios familiares:** Corresponde a los beneficios otorgados a las familias de los trabajadores a través de los planes de mejora laboral de las empresas participantes del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como planes de mejora laboral de las empresas que estaban vigentes para los trabajadores durante la ejecución del proyecto.

Para calcularlo se debe sumar una unidad por cada beneficio presente en los planes de trabajo otorgados a las familias de los trabajadores.

DIVERSIDAD EN MANO DE OBRA

Su unidad es en escala de puntaje y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Edad:** Distribución aproximada de la edad de los trabajadores, en porcentaje, clasificados en los siguientes rangos de edades: 18 a 39 años, 40 a 65 años y 65 o más años.
- **Género:** Distribución aproximada del género de los trabajadores, en porcentaje, clasificados en femenino, masculino u otro.
- **Nacionalidad:** Distribución aproximada de la nacionalidad de los trabajadores, en porcentajes, clasificados en nacionalidad chilena o extranjera.

Para calcularlo, primero se calcula la dispersión estándar por separado de la edad, género y nacionalidad de los trabajadores y en segundo lugar se asigna puntaje según las siguientes situaciones de los valores de la dispersión estándar:

TABLA N°12: DISTRIBUCIÓN DE PUNTAJE INDICADOR DISTRIBUCIÓN DE MANO DE OBRA.

DESVIACIÓN POR EDAD	DESVIACIÓN SEGÚN GÉNERO			
	MAYOR AL 10%		MENOR AL 10%	
	DESVIACIÓN POR NACIONALIDAD		DESVIACIÓN POR NACIONALIDAD	
	MAYOR AL 10%	MENOR AL 10%	MAYOR AL 10%	MENOR AL 10%
Mayor al 10%	5 puntos	4 puntos	4 puntos	2 puntos
Menor al 10%	4 puntos	3 puntos	3 puntos	1 puntos

6.6.3.2. DISRUPCIÓN LOCAL

RUIDO

Su unidad es dB y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Prueba de ruido:** Impacto sonoro, en dB, asociado a la realización de medición del ruido durante la ejecución de las faenas identificadas como más ruidosas del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como los resultados de pruebas de medición de ruido utilizando un sonómetro.

Para calcularlo, el puntaje es directamente los decibeles medidos en la prueba a través del sonómetro. En caso de que la obra no mida constantemente su nivel de ruido se evalúa con el puntaje mínimo.

MOVIMIENTO DE VEHÍCULOS

Su unidad es $[n^\circ \text{ de vehículos} / m^2 \text{ día}]$ y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Promedio de vehículos al día:** Cantidad en unidades asociadas al máximo de vehículos comerciales que acuden al sitio de construcción o sitios aledaños a este, con fines de suministro de materiales, equipos, herramientas, maquinaria y elementos, componentes o estructuras prefabricadas, en un día. Es posible obtenerla de fuentes como el control de ingreso a la obra y guías de despachos diarias.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el promedio de vehículos al día (numerador) en los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Movimiento de Vehículos}} = \frac{\text{Promedio de Vehículos Diarios}}{\text{Metros cuadrados construidos}}$$

6.6.3.3. BENEFICIOS DE LA INDUSTRIA

ESTANDARIZACIÓN Y REPETICIÓN

Su unidad porcentual y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Partidas estandarizadas:** Cantidad en unidades asociada a las partidas que consideren elementos, componentes o estructuras prefabricadas de acuerdo a soluciones de proveedores estandarizadas. Considerando, además, aquellos elementos, componentes o estructuras que emplean la repetitividad en su ejecución. Es posible obtenerla de fuentes como el itemizado de partidas y el diseño arquitectónico del proyecto.
- **Total de partidas:** Cantidad total en unidades asociada a las partidas necesarias para completar la construcción del proyecto. Considera aquellas partidas listadas en el itemizado del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el itemizado de partidas y programa del proyecto.

Para calcularlo se divide las Partidas estandarizadas (numerador) en el total de partidas (denominador), para así obtener la relación de estandarización. Posteriormente se multiplica la Relación de estandarización por cien.

ESCALABILIDAD

Su unidad es porcentual y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Costos de construcción:** Costo en *UF* asociado a el proceso de ejecución del edificio, considerando obra gruesa, terminaciones y la producción de elementos prefabricados en fábricas. Sin considerar los costos asociados a obras preliminares. Es posible obtenerla de fuentes como el análisis de precios unitarios, estados de pago de subcontratistas y los gastos generales.
- **Gastos Generales:** Costo en *UF* asociado al personal de gestión y administración, preparación del terreno, servicios temporales, seguridad, salud, protección ambiental, uso de equipos mecánicos, entrega, limpieza, honorarios y cargos, servicios y seguros del terreno, fianzas, avales y garantías. Es posible obtenerla de la memoria de cálculo y presupuesto del proyecto.
- **Costos de mano de obra directa:** Costo en *UF* asociado al pago de sueldos de la mano de obra directa de la ejecución del proyecto, considerando a los trabajadores pertenecientes a subcontratos. Es posible obtenerla de fuentes como registro de sueldo de trabajadores y estados de pago de los subcontratos.

Para calcularlo se debe restar el Costo de Construcción (minuyendo) menos los gastos generales (sustraendo) y los Costos de mano de obra directa (sustraendo), para así obtener el costo de las soluciones constructivas. Posteriormente se calcula el porcentaje del costo de construcción que representa el costo de las soluciones constructivas.

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Escalabilidad}} = \frac{\text{Costos de Construcción - Gastos Generales - Costos MOD}}{\text{Constos de Construcción}} * 100$$

INTEGRACIÓN TEMPRANA EN CADENA DE SUMINISTROS

Su unidad es **[días/m²]** y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Periodo antes de la involucración:** Tiempo en días asociado al periodo comprendido entre el inicio del diseño del proyecto y la integración de la cadena de suministro en el proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como programa general del proyecto y contratos de asesoría y coordinación del diseño del proyecto.
- **Metros cuadrados construidos:** Superficie total construida en metros cuadrados, medida desde el perímetro interior de los muros de cada piso y subterráneo del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como el diseño arquitectónico del proyecto.

Para calcularlo se divide el Periodo antes de la involucración (numerador) en los metros cuadrados construidos (denominador).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Integración Temprana}} = \frac{\text{Período antes de la involucración}}{\text{Constos de Construcción}}$$

6.6.3.4. BENEFICIOS DE LA COMUNIDAD

INVERSIÓN EN COMUNIDAD LOCAL

Su unidad es en unidades y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **N° de instancias sociales creadas:** Se refiere a la cantidad de instancias sociales creadas a partir del desarrollo del proyecto. En un radio de 1 km a la redonda del emplazamiento de la obra. Es posible obtenerla de fuentes como base de datos municipales o vecinales.

Para calcularlo se contabiliza el número de instancias creadas.

LICENCIA SOCIAL

Su unidad es porcentual y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Aceptación del proyecto:** Cantidad de personas en unidades asociadas a una percepción positiva del proyecto. Centralizado sus opiniones a través de encuestas personales a la comunidad afectada por el proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como encuestas de aceptación de la comunidad al proyecto.
- **Total de encuestados:** Cantidad de personas en unidades asociadas a la realización de encuestas personales sobre la percepción del proyecto a la comunidad afectada por el proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como encuestas de aceptación de la comunidad al proyecto.

Para calcularlo se divide la Aceptación del proyecto (numerador) en el Total de encuestados (denominador), para dar lugar a la Relación de la Aceptación de la comunidad. Posteriormente se multiplica la Aceptación de la comunidad por cien.

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Licencia Social}} = \frac{\text{Aceptación del Proyecto}}{\text{Total de encuestados}}$$

CRECIMIENTO ECONÓMICO REGIONAL

Su unidad es PIB y se requiere de la siguiente información para su cálculo:

- **Producto Interno Bruto regional inicial:** Valor del PIB del sector construcción de la región donde se ejecuta el proyecto en el momento de inicio de la ejecución del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como Las cuentas nacionales de Chile PIB Regional del Banco Central
- **Producto Interno Bruto regional final:** Valor del PIB del sector construcción de la región donde se ejecuta el proyecto en el momento de finalización de la etapa de ejecución del proyecto. Es posible obtenerla de fuentes como Las cuentas nacionales de Chile PIB Regional del Banco Central

Para calcularlo se resta el Producto Interno Bruto regional final (minuyendo) menos el Producto Interno Bruto regional inicial (sustraendo).

$$\text{Valor del Indicador}_{\text{Crecimiento económico regional}} = \text{PIB}_{\text{final}} - \text{PIB}_{\text{inicial}}$$

ÁMBITOS	SUB-ÁMBITOS	PUNTAJE MÁXIMO	INDICADORES	UNIDAD	TIPO
DEL PROYECTO	COSTOS	25	<ul style="list-style-type: none"> Costos de Diseño Costos de Construcción Costos de Modificaciones Costos Preliminares Costos de Transporte y Logística Costos de Almacenaje 	UF/m ²	<ul style="list-style-type: none"> Directo Inverso Inverso Inverso Inverso Inverso
	PLAZOS	25	<ul style="list-style-type: none"> Duración del diseño Duración construcción off site Duración construcción on site Retrasos Transporte y logística 	días/m ²	<ul style="list-style-type: none"> Directo Directo Inverso Inverso Inverso
	CALIDAD	25	<ul style="list-style-type: none"> Costos de trabajo rehecho Satisfacción del usuario Mantenimiento Consumo energético Observaciones de calidad 	<ul style="list-style-type: none"> UF/m² n°Reclamos/n°Unidades habitacionales UF/m²_año kWh/m²_año observaciones/und 	<ul style="list-style-type: none"> Inverso Directo Inverso Inverso Inverso
	MANO DE OBRA	25	<ul style="list-style-type: none"> En el sitio Fuera del sitio Oficios e interfaces (mo peak) Accidentes laborales Certificación trabajadores 	<ul style="list-style-type: none"> HH/m² HH/m² n°trabajadores/m² Índice Accidentabilidad % 	<ul style="list-style-type: none"> Inverso Directo Inverso Inverso Directo

(*) Datos y resultados obtenidos a partir de información entregada por la empresa.

 PONDERADOR	 PUNTAJE MÁXIMO	 PROYECTO META	 PUNTAJE OBTENIDO*	 PUNTAJE POR SUB-ÁMBITO
20% 35% 15% 10% 10% 10%	5,00 8,75 3,75 2,50 2,50 2,50	4 UF/m ² 14 UF/m ² 0,15 UF/m ² 0,4 UF/m ² 0,4 UF/m ² 0,5 UF/m ²	0,00	0,00
15% 15% 40% 20% 10%	3,75 3,75 10,00 5,00 2,50	45 días/m ² 0,03 días/m ² 0,07 días/m ² 0,00 días/m ² 0,00 días/m ²	0,00	0,00
40% 15% 15% 15% 15%	10,00 3,75 3,75 3,75 3,75	0,92 UF/m ² 1 reclamos/unidades 0,92 UF/m ² _año 30,00 kWh/m ² _año 0 observaciones/unidades	0,00	0,00
40% 25% 10% 15% 10%	10,00 6,25 2,50 3,75 2,50	120,00 HH/m ² 5,00 HH/m ² 0,02 trabajadores/m ² 0 % 100 %	0,00	0,00

ÁMBITOS	SUB-ÁMBITOS	PUNTAJE MÁXIMO	INDICADORES	UNIDAD	TIPO
MEDIO AMBIENTALES	CONSIDERACIONES AMBIENTALES	50	Generación de residuos Contaminación de material particulado Uso de energía en la construcción Uso de agua en la construcción CO2 incorporado	m^3/m^2 $\mu g/m^3$ kW/m^2 m^3/m^2 ton/m^2	Inverso
	CICLO DE VIDA	50	Durabilidad Adaptabilidad Futura Reciclabilidad al final del ciclo	$años/m^2$ Puntos Puntos	Directo

(*) Datos y resultados obtenidos a partir de información entregada por la empresa.

 PONDERADOR	 PUNTAJE MÁXIMO	 PROYECTO META	 PUNTAJE OBTENIDO*	 PUNTAJE POR SUB-ÁMBITO
35% 25% 20% 10% 10%	17,5 12,5 10 5 5	0 m ³ /m ² 0 µg/m ² 0 kWh/m ² 0 m ³ /m ² 0 ton/m ²	0,00	0,00
45% 25% 30%	22,5 12,5 15	100 años 10 puntos 15 puntos	0,00	0,00

ÁMBITOS	SUB-ÁMBITOS	PUNTAJE MÁXIMO	INDICADORES	UNIDAD	TIPO
SOCIALES	CALIDAD DE VIDA DE LOS TRABAJADORES	25	Rotación Laboral Ambiente de trabajo confortable Cantidad de trabajo manual Estabilidad para familia y comunidad Diversidad en mano de obra	% 1;0 und/m ² Unidades Unidades	Inverso Directo Inverso Directo Directo
	DISRUPCIÓN LOCAL	25	Emisión de Ruido Movimiento de vehículos	50% 50%	Inverso
	BENEFICIOS DE LA INDUSTRIA	25	Estandarización y repetición Escalabilidad Integración temprana en cadena de suministros	% % días/m ²	Directo Directo Directa
	BENEFICIOS DE LA COMUNIDAD	25	Inversión en comunidad local Licencia Social Crecimiento económico regional	Unidad % PIB	Directo

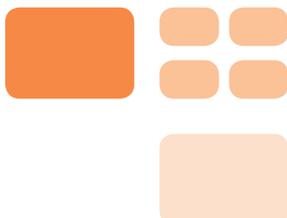
(*) Datos y resultados obtenidos a partir de información entregada por la empresa.

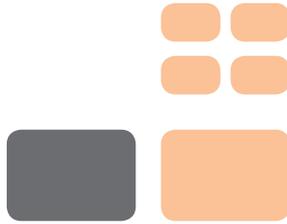
 PONDERADOR	 PUNTAJE MÁXIMO	 PROYECTO META	 PUNTAJE OBTENIDO*	 PUNTAJE POR SUB-ÁMBITO
20% 20% 20% 20% 20%	5 5 5 5 5	0 % 1 puntos 0 und/m ² 1 puntos 100 puntos	0,00	0,00
50% 50%	12,5 12,5	55 dB 20 vehículos/(día*m ²)	0,00	0,00
40% 30% 30%	10 7,5 7,5	100% 100% 1 días/m ²	0,00	0,00
25% 25% 50%	6,25 6,25 12,5	3 instancias 100% 50%	0,00	0,00

7

Bibliografía

Jansen van Vuuren, T, Middleton, C (2020) Methodology for quantifying the benefits of offsite construction, C792, CIRIA, London, UK (ISBN: 978-0-86017-897-2)





Set de indicadores para medir la industrialización
METODOLOGÍA DE MEDICIÓN

