UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
VALPARAÍSO - CHILE



"Aplicación de Business Analytics para el análisis de riesgos en la planificación de proyectos de ejecución en energías renovables"

GABRIELA ELIANA CASTILLO TAPIA

TESINA PARA OPTAR AL GRADO
DE MAGÍSTER EN TECNOLOGÍAS DE
LA INFORMACIÓN

Profesor Guía: CRISTIAN IGOR

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☐ Memoria o trabajo de título ☒ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Aplicación de Business Analytics para el análisis de riesgos en la planificación de proyectos de ejecución en energías renovables.

Nombre del candidato(a): Gabriela Eliana Castillo Tapia

Carrera / Grado: Magíster en Tecnologías de la Información.

Campus: Vitacura **Departamento:** Informática

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, **Cristian Igor**, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por **(marcar una opción)**:

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

_____

_____

_____

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 03-11-2026 **Firma:** _____

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 03-11-2026 **Firma:** _____

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

Aplicación de Business Analytics para el análisis de riesgos en la planificación de proyectos de ejecución en energías renovables.

Gabriela Castillo Tapia

Resumen: La creciente necesidad de generación de energías renovables en Chile, dirige la visión y esfuerzos de variadas industrias del país en el desarrollo de proyectos que puedan soportar este compromiso con el medioambiente. Sin embargo, los atrasos generalizados en la construcción y la rigidez de los subcontratos se anteponen a este objetivo. Para resolverlo, esta investigación diseña y evalúa una metodología basada en *Business Analytics* para optimizar el análisis de riesgos en la etapa de planificación, agilizando su revisión y enfocando los esfuerzos en estrategias de mitigación. Mediante un piloto cuantitativo y encuestas a expertos, se demostró que el uso de analítica de datos aplicada a cronogramas reduce en un 88,17% el tiempo de análisis y revisión inicial. Además, el 100% de los usuarios validó su efectividad para detectar cuellos de botella y lógicas sobre optimistas. Concluyendo que la integración de *Business Analytics*, al reducir tiempos de revisión, permite reenfocar la concentración de los usuarios en la toma de decisiones informadas y estratégicas, transformando así la revisión tradicional en una gestión predictiva y ágil para proyectos de auto generación energética.

Palabras Clave: Gestión de Proyectos, Planificación, Business Analytics, Análisis de Riesgos.

1 Introducción

1.1 Contexto

Bajo la gerencia de soluciones energéticas, el papel del área de proyectos energéticos es materializar estas soluciones, de la mano de contratistas que cumplen la característica de un EPC (Engineering, Procurement, Construction)[1], en un entorno de colaboración donde la gestión y administración de proyectos de cara al cliente se vuelve un aspecto fundamental y crítico para la compañía.

Según un estudio realizado por Hameed y Qadir en 2023, sostienen que es evidente, a partir de la literatura, que la mayoría de los proyectos de construcción se ven gravemente afectados por retrasos [1], debido a esta gran incertidumbre, la forma de planificar y prever escenarios futuros se vuelve compleja [2], lo que, junto a una programación clásica, limita aún más la capacidad de visualizar riesgos y gestionarlos de manera ágil.

Debido a que el rubro permanece inmerso en el pasado, con una gran persistencia de métodos tradicionales [3], la adopción de tecnología para gestionar o anticiparse al comportamiento de un proyecto, es escasa, manteniendo a la "mala planificación" como una de las principales razones de desviación [4].

Al ser deficiente una planificación, trae como resultado estimaciones de tiempos y recursos sobre dimensionados o inadecuados, cayendo en sesgos optimistas y poco realistas, los cuales son causas significativas e indiscutibles de retrasos en proyectos, agregando meses o incluso años más allá de lo previsto y generando un impacto no solo en el cumplimiento de hitos, si no qué también, comprometiendo la imagen, seriedad y reputación de la compañía [5].

En un contexto caracterizado por elevados niveles de incertidumbre, persistencia de metodologías tradicionales de gestión e influencia de actores externos que inciden desfavorablemente en los procesos de planificación, los

[1] EPC: Proveedor que se encarga del aprovisionamiento, ingeniería y ejecución – proyecto llave en mano.

proyectos desarrollados por la Subgerencia de Soluciones Energéticas no se ven exentos de dichas condiciones. Como consecuencia, se han identificado diversos factores que afectan el cumplimiento de los plazos de ejecución, entre los cuales destacan los siguientes:

- Mala estimación de recursos y plazos
- Atrasos, problemas de administración y organización
- Condiciones inseguras y factores climáticos
- Cambios de alcances por necesidades del cliente
- Interferencias en el diseño de la ingeniería
- Atrasos en la gestión de permisología y certificaciones con entidades públicas

Para analizar el impacto y la frecuencia en la que se presentan estas desviaciones veamos la tabla 1. En ella se puede observar el comportamiento en plazos de algunos de los proyectos ejecutados por la subgerencia, permitiendo identificar dos negocios diferentes, instalación de parques fotovoltaicos[2] de auto consumo[3] referenciados con la sigla FV y electromovilidad[4] referenciados con la sigla EV. La información contenida en la tabla identifica con las columnas "Inicio LB" y "Fin LB" la línea base[6] establecida por cada proyecto, mientras que "Inicio Plan" y "Fin Plan" muestran la planificación actual o vigente, incluyendo proyectos terminados y en ejecución. La comparación entre ambos registros evidencia que, dentro de la muestra analizada, el proyecto «FV Polpaico» es el único que presenta una reprogramación en base a su duración, pasando de 360 a 637 días, con una variación de 277 días y una desviación del 76,94 % respecto a su línea base.

Proyecto	Inicio LB	Fin LB	Inicio Plan	Fin Plan	Inicio Real	Fin Real	Duración LB	Duración real	Desvio
FV Polpaico	28-02-2023	23-02-2024	27-01-2023	18-04-2024	27-01-2023	26-11-2024	360	637	176,94 %
EV Casa MAtriz	24-09-2024	11-02-2025	24-09-2024	11-02-2025	24-09-2024	06-05-2025	140	224	160,00 %
EV GNLQ	04-03-2024	02-10-2024	04-03-2024	02-10-2024	04-03-2024	05-02-2025	212	338	159,43 %
EV Central Los Quilos	15-04-2024	22-11-2024	15-04-2024	22-11-2024	15-04-2024	18-12-2024	221	247	111,76 %
FV Molymet Nos	03-03-2025	12-05-2026	03-03-2025	12-05-2026	03-03-2025	14-05-2026	435	437	100,46 %
FV Codelco	19-08-2024	15-05-2026	19-08-2024	15-05-2026	19-08-2024	15-05-2026	634	634	100,00 %
FV Molynor	12-06-2024	06-12-2025	12-06-2024	06-12-2025	07-10-2024	30-10-2025	542	505	93,17 %

Tabla 1. *Atraso en días, proyectos*
Fuente: Elaboración propia

Las reprogramaciones tienen lugar cuando el desvío del proyecto es considerable, con un CPI[8] por debajo del 80% (dependiendo de los criterios que se definan), o por modificaciones contractuales acordadas con el cliente. Sin embargo, los datos de "Inicio Real" y "Fin Real" muestran que los proyectos en curso ya reflejan desviaciones respecto a su línea base original, producto de reprogramaciones a nivel de tareas que postergan la fecha de término proyectada, identificando que, si bien no se ha realizado una reprogramación en estos proyectos, el atraso se presenta de igual manera al reprogramar una tarea que ha sido ejecutada con un nivel de atraso, impactando gradualmente a la fecha de término del proyecto.

Para identificar la magnitud de las reprogramaciones a nivel de tareas, en la Tabla 2 se presenta la participación porcentual correspondiente a estas:

Proyecto	Tareas reprogramadas	N° de tareas	% Reprogramadas
EV Casa MAtriz	38	74	51,35 %
EV Central Los Quilos	15	76	19,74 %
Cencosud 5 Tiendas	14	56	25,00 %
EV GNLQ	45	85	52,94 %
FV Codelco	5	32	15,63 %
FV Molymet Nos	72	121	59,50 %
FV Molynor	30	70	42,86 %
FV Polpaico	26	94	27,66 %

41,85 %
Promedio

Tabla 2. *Cantidad de tareas reprogramadas en la planificación*
Fuente: Elaboración propia

[2] Parque fotovoltaico: Instalación agrupada de paneles generadores de energía solar.
[3] Auto consumo: Producción de energía propia para autoabastecerse.
[4] Electromovilidad: Instalación de cargadores eléctricos para diferentes dipos de flota de vehículos.
[6] Línea base: Punto de referencia inicial para generar una comparación.
[8] CPI: Índice de Rendimiento de Costos, es una métrica de eficiencia financiera del proyecto en un espacio temporal.

En promedio un 41,85% de las tareas planificadas deben ser reprogramadas, debido a una mala estimación de tiempo como lo muestra la tabla 2, es justamente aquí donde se puede observar en más detalle los impactos de las desviaciones mostrados en la tabla 1, explicando como afecta de igual manera el atraso de una tarea, que registra una variación en el inicio y fin real diferente al planificado en la carta Gantt[9]. También, se podría considerar como tarea reprogramada una tarea que fue adelantada, sin embargo, para efectos de este análisis no están siendo consideradas con el fin de no desvirtuar la información presentada en base a la problemática identificada.

Como se puede observar en la tabla 1 y 2, los proyectos "Molymet Nos", "Codelco" y "Molynor" correspondientes a la instalación de parques fotovoltaicos, implican una mayor necesidad de tiempo de ejecución y presentan una desviación importante respecto a su línea base, en comparación con la instalación de cargadores eléctricos, por lo que su planificación se vuelve más compleja y riesgosa, siendo el foco de análisis de este estudio.

1.2 **Problema**

En este contexto, cuando un proyecto fotovoltaico presenta un atraso, es necesario generar una reprogramación ya sea de línea base o de sus tareas, que permita recuperar la desviación de la curva S[10], lo cual impacta directamente sobre los compromisos de plazos y entregas con cliente, pudiendo resultar en multas, costos fijos que se incrementan y pérdidas por concepto de "costo de oportunidad"[11] respecto a la propia operación y venta de energía de la planta fotovoltaica.

Como observamos en los análisis anteriores, estas desviaciones pueden ocasionar considerables impactos en el desarrollo y ejecución de los proyectos pero no son las únicas afecciones, también se encuentra presente el trabajo colaborativo con contratistas que muchas veces dificulta la visión integral del proyecto, perdiendo de vista los recursos utilizados y dificultando una planificación con asignaciones realistas (tiempos, costos y valor ganado) [6][7]. El EPC es quien lleva en mayor detalle la gestión de actividades y su respectivo orden de ejecución, siendo el experto en conocimiento técnico, sin embargo, la planificación y reprogramaciones se realizan en conjunto, iterando como mínimo en un plazo de dos meses.

Actualmente, debido a la poca visibilidad de aspectos críticos, existe un escaso cuestionamiento de los recursos y plazos que presenta el proveedor EPC. Generalmente el enfoque se encuentra en cumplir con hitos establecidos previamente con el cliente, respondiendo al "¿Cuándo?" y no al "¿Cómo?", lo que afecta el desempeño de los proyectos por factores y variables no consideradas, como lo vimos en las tablas 1 y 2.

Considerando ambos escenarios - la planificación inicial y sus posteriores reprogramaciones - podemos observar que se produce una reacción en cadena, producto de la poca visibilidad y análisis de riesgos, lo que, por consecuencia, además, reduce las estrategias de mitigación dirigiendo a los proyectos a una reprogramación inevitable. En cuanto a estas reprogramaciones, los esfuerzos por cumplir con plazos debido a las razones antes identificadas, dirige un enfoque posterior a la desviación, en etapa de ejecución del proyecto, que busca como estrategia reactiva principalmente el aumento de recursos para ejecutar tareas en paralelo y así mantener los tiempos ya declarados, aumentando la necesidad de gestión y reduciendo tiempos de holgura en dicha práctica, lo que además, resulta muchas veces en improvisaciones y por consecuencia aumenta el riesgo en terreno, agravando aún más la situación de desviación [8].

Por lo tanto, tanto las actividades de una primera planificación como las de reprogramaciones, demandan un considerable tiempo de concentración y análisis en etapa de revisión, lo que principalmente se sustenta en

[9] Carta Gantt: Visualización que representa tareas y cronogramas mediante un gráfico de barras horizontales.
[10] Curva S: Utilizada para monitorear el comportamiento de un proyecto, es un gráfico que ilustra datos acumulativos de un proyecto, como el costo o el progreso, en relación con el tiempo.
[11] Costo de oportunidad: Es el valor de la mejor opción no lograda.

metodologías tradicionales, requiriendo de un mayor esfuerzo cognitivo para cada uno de los revisores, perdiendo de vista aspectos técnicos importantes de análisis.

Identificar riesgos de potenciales atrasos de manera ágil en la etapa de planificación donde participan terceros es una tarea compleja y fundamental [9], ya que tener una visión ampliada de las variables que pueden resultar en un atraso o incumplimiento en conjunto con una visión que todos puedan interpretar de manera sencilla y en un futuro aprender de comportamientos repetitivos es una oportunidad de mejora que no se puede desaprovechar, lo que sin duda impactaría positivamente en los tiempos y desempeños de los proyectos, reduciendo la exposición a atrasos y por consecuencia, brindando una buena experiencia a los clientes.

1.3 Propuesta de solución y objetivo

Profundizando en la necesidad de agilidad al momento de realizar y analizar una planificación de proyectos que muchas veces son ejecutados en una escala temporal mayor a un año (aumentando su complejidad de revisión y análisis) [2], y considerando la evidencia de que el sector de la construcción enfrenta una dura realidad en relación con los avances de adopción tecnológica [3], donde, se reduce la disponibilidad de datos y la posibilidad de realizar análisis predictivos que puedan disminuir el riesgo. Se requiere una herramienta accesible e intuitiva para, inicialmente, complementar la información disponible con el conocimiento tácito de los expertos y así ayudarlos en la revisión y toma de decisiones de manera temprana, favoreciendo el desempeño de los proyectos con datos tangibles desde la raíz, “La etapa de planificación”.

Para mejorar la capacidad de análisis y dar soporte al proceso de identificación de riesgos desde la planificación, la propuesta de solución contempla ampliar el campo de visión en base a la información ya disponible, con el apoyo de herramientas de Business Analytics que permitan mostrar diferentes variables y ángulos de enfoque vinculados a la experiencia generada, comportamiento y desempeño de los proyectos fotovoltaicos.

En cuanto a la información ya recogida de los proyectos, como cimiento para agilizar la planificación y mejorar continuamente, se propone adoptar una estructura de WBS[12] y CBS[13] [10], estableciendo un lenguaje y agrupación estándar de las diferentes etapas y tareas de los proyectos, esto ayudará al proveedor EPC a planificar de manera ágil, facilitando su análisis, comparación y revisión posterior y, por consecuencia disminuyendo tiempos empleados a especialistas y revisores.

Por otro lado, las desviaciones y control de proyectos dejan consigo información importante a considerar para mejorar en todas las etapas de desarrollo de los proyectos, lo que, junto con un orden y estructura, puede ser la fuente de muchos análisis para ir mejorando continuamente la forma en la que se planifica.

La propuesta de solución para mejorar los tiempos empleados en la planificación y considerar anticipadamente riesgos en la ejecución de proyectos de plantas fotovoltaicas plantea las siguientes acciones:

- Unificación de formatos y estandarización de la planificación: Se propone establecer un formato estructurado para asegurar la coherencia y precisión de las actividades relevantes, generar un lenguaje común y estándar para las diferentes tareas y etapas de los proyectos.
- Implementación de visualizaciones de Business Analytics: Se recomienda el uso de herramientas que permitan analizar de manera ágil la información e identificar rápidamente con la ayuda de visualizaciones factores de riesgos y anomalías complejas en la planificación, junto con indicadores claves de desempeño (KPI[14]) que notifiquen y entreguen alertas de posibles desviaciones respecto a los plazos comprometidos, con el fin de que el usuario destine su tiempo en ajustes asociados a los

[12] Work Breakdown Structure: Permite descomponer, agrupar y clasificar las tareas.
[13] Cost Breakdown Structure: Permite desglosar y asignar costos a cada una de las tareas.
[14] KPI (Indicador Clave de Desempeño): métrica medible que una organización utiliza para evaluar el progreso hacia sus objetivos comerciales claves.

aspectos técnicos y no al análisis de forma, diseño y estructura de la programación, agilizando el proceso de revisión.

- Establecer una estructura sólida en los niveles de apertura de la planificación para ir mejorando en el tiempo la forma de planificar (realizando análisis predictivos), de modo que esta se adelante y considere todas las variables posibles, teniendo en cuenta plazos y lógicas sustentadas en proyectos pasados.

Al realizar un análisis de viabilidad y riesgos en la planificación el objetivo principal es presentar al usuario escenarios complejos que puedan resultar en potenciales desvíos. La idea es que, frente a los riesgos expuestos, se profundice en cuestionamientos y análisis exhaustivos y de esta manera, mientras la herramienta de Business Analytics se encarga de identificar incoherencias y alertas asociadas a la estructura y lógica de planificación, el usuario pueda enfocar su conocimiento y experiencia en aspectos técnicos propios de las condiciones de cada proyecto ganando tiempo valioso.

Además, al visualizar alteraciones que puedan resultar en desviaciones o incumplimientos considerando factores como la holgura, saltos de valor ganado, con un particular enfoque en tareas que puedan generar un gran impacto en relación con sus dependencias, el usuario estaría reduciendo su carga cognitiva destinando los esfuerzos de análisis antes empleados en métodos tradicionales a técnicas estratégicas de fast tracking[15] y crashing[16] como alternativas de solución, agregando valor a su gestión y por consecuencia, promoviendo buenas prácticas en etapa temprana de planificación y agilidad al momento de presentarse inconsistencias. Finalmente, la herramienta de Business Analytics permitirá realizar comparaciones complejas de manera automatizada y un análisis rápido de factores complejos de variables que con los métodos clásicos de revisión no se visualizaban.

1.4 Hipótesis

"La aplicación de Business Analytics al análisis de riesgos en la planificación de proyectos de energías renovables contribuirá a mejorar la eficiencia del proceso mediante la reducción del tiempo requerido para el análisis."

1.5 Metodología de evaluación

Para validar la hipótesis planteada y evaluar la efectividad de la herramienta de Business Analytics propuesta, se define un marco metodológico compuesto de cinco etapas:



Como base e insumo principal de la herramienta, se debe establecer una estructura que permita una rápida comparación, junto con la definición de indicadores claves que aporten valor al análisis que realiza el usuario. Una vez definidas las variables a utilizar, el modelamiento semántico funciona como un habilitante e input principal de las visualizaciones, las que posteriormente serán sometidas a una evaluación comparativa en contraste con proyectos anteriores, para continuar con una evaluación cualitativa realizada por los expertos.

Las evaluaciones buscan comprobar el funcionamiento y uso de la herramienta y reforzar la hipótesis identificada en relación con el aumento de capacidad de análisis y mejora en los tiempos utilizados. Las variables evaluadas serán las siguientes:

[15] Fast tracking: superposición de actividades o fases que normalmente se ejecutarían en secuencia.
[16] Crashing: Consiste en asignar más recursos a las actividades críticas de un proyecto para reducir su duración.

1. **Funcionamiento y efectividad**: Se realizará una comparación de índices de desempeños de proyectos anteriores, identificando alertas proporcionadas por las visualizaciones y comportamiento de dos proyectos, para validar el funcionamiento de la herramienta (Anexo 1).
2. **Análisis comparativo:** Se realizará una comparación de las consideraciones actuales que lleva el área de proyectos versus las variables propuestas, a través de una encuesta de uso de las visualizaciones (Incremento de capacidad de análisis (%)) (Anexo 2).
3. **Tiempo requerido:** Se medirá el tiempo utilizado para planificar mediante el método tradicional versus el uso de la herramienta, determinando el porcentaje de reducción del tiempo empleado.
4. **Análisis cualitativo:** mediante la encuesta dirigida a expertos del área se medirá la percepción respecto de la utilidad de la herramienta, facilidad de interpretación y apoyo al análisis de riesgos (Porcentaje de valoración %).

En la etapa de análisis de resultados, lo que se busca es realizar una comparativa entre el tiempo de demora de desarrollo, análisis y aprobación de la planificación real versus los tiempos requeridos con la herramienta y así llegar a porcentajes de ocupación y carga cognitiva.

1.6 Organización del informe

El informe se estructura en 6 secciones, resumen, contexto, marco teórico y estado del arte, desarrollo de la propuesta, análisis de resultado, conclusiones y trabajos futuros.

Para comenzar, contextualiza la problemática de los proyectos de energías renovables, define el problema de investigación, plantea la propuesta de solución, la hipótesis y la metodología de evaluación. En el marco teórico y estado del arte, revisa los fundamentos de la gestión de proyectos, análisis de riesgos, Business Analytics, Business Intelligence y tecnologías de apoyo a la planificación, justificando la propuesta desarrollada. Continuando con el desarrollo, describe el diseño de la solución, incluyendo la estandarización mediante WBS/CBS, la definición de indicadores, la arquitectura de datos, el modelamiento semántico y el desarrollo de dashboards en Power BI para el análisis de riesgos. Finalmente se evalúa el funcionamiento de la herramienta aplicándola a proyectos reales, analizando las alertas generadas, la detección temprana de riesgos y el comportamiento de los indicadores propuestos, junto con la apreciación de los usuarios. Terminando con los principales aportes de la investigación, validación de la hipótesis planteada y propuesta de oportunidades de mejora y líneas futuras de investigación.

2 Marco Teórico y Estado del Arte

Los estudios recientes sobre Business Analytics aplicado a la gestión de proyectos evidencian que la incorporación de modelos predictivos, aprendizaje automático y analítica de datos no pretende sustituir las metodologías tradicionales de planificación, como la gestión basada en cronogramas o planificación de cascada, sino complementarlas mediante capacidades de predicción y monitoreo continuo. En este enfoque, los algoritmos procesan grandes volúmenes de información histórica para anticipar alertas y desviaciones en tiempo, costo y utilización de recursos, dirigiendo esfuerzos en la toma de decisiones estratégicas en lugar del análisis manual de datos [11].

Asimismo, la literatura reciente destaca que la integración de herramientas de Business Intelligence (BI) mediante tableros interactivos conectados con cronogramas y bases de datos de proyectos, elimina gran parte del procesamiento manual de información, automatizando y facilitando la identificación temprana de riesgos y desviaciones. La evidencia señala que estos modelos permiten detectar anomalías de manera anticipada, proyectar escenarios futuros y recomendar acciones correctivas antes de que los problemas impacten el desempeño global del proyecto, fortaleciendo así una gestión preventiva basada en datos [11] [12].

Finalmente, las revisiones sistemáticas más recientes concluyen que la evolución de la gestión de proyectos se orienta hacia organizaciones data-driven[17], donde la inteligencia de negocios, la inteligencia artificial y el análisis predictivo constituyen capacidades esenciales para mejorar la planificación, el control y la gobernanza de proyectos complejos. En este contexto, los tableros analíticos evolucionan desde herramientas descriptivas hacia plataformas de apoyo inteligente para la toma de decisiones, proporcionando información en tiempo real y predicciones que fortalecen la capacidad de respuesta de los equipos de gestión [13].

2.1 Marco teórico adoptado

A lo largo de los años, el control de proyectos se ha caracterizado distintivamente por la gráfica de la "Curva S", la que surge principalmente de la planificación bajo una visualización de Carta Gantt en el contexto de proyectos militares en los años 1960 [14]. Esta gráfica se conforma, en primera instancia, de la planificación aperturada de manera jerárquica y detallada para permitir ciertos niveles de visualización y gestión (EDT[18]) y del costo asociado y distribuido a cada una de las tareas identificadas en esta EDT, lo que permite visualizar un valor ganado a través de una escala temporal que comprende todo el ciclo de ejecución del proyecto. En pocas palabras la curva S se compone de la distribución de costos asociados (recursos) a las tareas y llevado a porcentaje, el cual prorrateado en el tiempo y de forma acumulada muestra una especie de letra S en la gráfica identificada en el PMBOOK [10].

La carta Gantt por otro lado, muestra gráficamente los periodos de duración de las tareas a lo largo de todo el ciclo del proyecto en forma de cascada, siguiendo condiciones como predecesoras y dependencias en el inicio o término de una tarea, la visualización se va ajustando para finalmente mostrar un camino crítico, identificando las tareas críticas que podrían impactar en el término del proyecto [15]. Este camino crítico se caracteriza por no tener holgura en ninguna de las tareas que lo componen. Además, la carta Gantt muestra la holgura de cada tarea, lo que ayuda a identificar en que tareas hay un nivel de demora permisible[19].

Con el tiempo la gestión de proyectos ha dejado de sostenerse en estimaciones para convertirse en una práctica impulsada por datos [16]. Tradicionalmente, la información sobre el avance de un proyecto se encontraba en "silos de información" (una planificación por proyecto), con el conocimiento disperso, dificultando la visualización del estado de los proyectos y la toma de decisiones informadas. Metodologías como Last Planner[20] permitieron organizar el trabajo a corto plazo, mientras que programas como Microsoft Project[21] no solo te permiten crear un plan, sino que también mantener un control preciso mediante el uso de la curva S y el valor ganado, comparando el progreso real con el planificado al establecer una línea base.

Si bien, en la evolución de la gestión de proyectos, se ha comprobado que mantener un control es crucial para un buen desempeño, aún existen grandes desafíos por abordar, particularmente en el rubro de la construcción debido a sus diferentes actores entre cliente, proveedor y subcontratos [6], que dificultan la visibilidad de los proyectos reforzando la idea de que fracasan por una mala estimación de plazos, costos y riesgos [11], por otro lado, la poca adopción tecnológica [3] impacta en el escaso levantamiento de información para poder utilizar como referencia y así reducir la incertidumbre, lo que junto con las variables que intervienen en la ejecución de un proyecto de estas características, resulta en la necesidad de un campo visual mucho más amplio de lo esperado, siendo fundamental e importante abordar la necesidad de complementar dos mundos, la experiencia del negocio albergada en las personas y la analítica de datos transformada en información de calidad como soporte para la toma de decisiones [18].

[17] Data-Driven: Enfoque donde las decisiones y estrategias se basan en el análisis de información real.
[18] EDT: WBS en español "Estructura de Desglose del Trabajo", es un índice de niveles de apertura de una planificación.
[19] Demora permisible: Tiempo de una tarea identificado en días que identifica cuanto puede demorar una tarea en iniciar.
[20] Last planner: Último planificador, es una filosofía enfocada en una visión anticipada y la liberación de restricciones.
[21] Project: Software que permite planificar, gestionar recursos y hacer seguimiento del progreso de un proyecto.

En la actualidad han surgido muchas herramientas complejas como la IA[22] y Deep learning[23] con potencial empleo para el análisis de datos y predicción de comportamientos que incluso podrían disminuir la incertidumbre en un proyecto de forma considerable [19], sin embargo, su precisión depende de la cantidad de datos de los que pueda hacer uso, lo que, en el estado de madurez del rubro, se hace poco viable [18] concluyendo que aún no hay preparación para analizar los riesgos asumidos en la planificación de proyectos con herramientas tan robustas.

Existen múltiples teorías y desarrollos enfocados en abordar los riesgos desde la planificación de un proyecto de construcción, algunos estudios identifican cuellos de botella [20] y paralelismo de tareas [21] como riesgos que se pueden analizar y mitigar sin tener que recurrir a análisis técnicos en profundidad, si no que con una simple visualización de diagrama Gantt [22] que muestra en orden la ejecución de tareas y sus dependencias, junto con los niveles de aperturas y agrupación, lo que da paso al desarrollo de una curva S, pudiendo identificar el valor ganado distribuido en el tiempo, el cual depende totalmente de la lógica de programación que se le dé a cada tarea, siendo el análisis de dependencias (predecesoras[24] y sucesoras[25]) otro factor de riesgo a considerar, debido a que tareas flotantes podrían dificultar la visión del comportamiento real del proyecto [23].

Por otro lado, la centralización de datos es clave, herramientas como Project Online unifican la información de todos los proyectos y estandarizan la planificación con la Estructura de Desglose del Trabajo (WBS) [9]. Para convertir esos datos en información útil. Siendo Power BI un principal aliado para generar visualizaciones claras y accesibles. Un estudio reciente destaca cómo esta tecnología ha optimizado el control en obras civiles, resolviendo el problema de los silos de información [24][25].

3. Desarrollo

Teniendo en cuenta los desafíos de la gestión de proyectos fotovoltaicos y la disponibilidad de nuevas tecnologías desarrolladas, es que se plantea el desarrollo de una solución compuesta de dos etapas, La primera etapa corresponde a la preparación previa de la información, mediante la definición de estructuras que permitan utilizar, analizar y generar comparaciones en base al comportamiento de los proyectos, además de agilizar el proceso de planificación disponiendo una organización de tareas mínimas necesarias.

La segunda etapa consiste en la creación de elementos visuales, apoyada en los principios de estandarización definidos en la primera etapa y en los elementos teóricos revisados previamente. El objetivo de esta etapa es proporcionar alertas a través de la herramienta visual dando al usuario un enfoque en base a diferentes variables, reduciendo tiempos de análisis y bajando su carga a nivel de procesamiento de información. Este enfoque y análisis permitirá que el usuario pueda responder a cuestionamientos y anomalías que se presenten en la estructura de la planificación, para ser levantados y resueltos con diferentes alternativas soportadas en la experiencia y estrategia, entre ellas, holguras, cambio en el orden cronológico de las actividades, tareas que puedan ejecutarse en paralelo (fast tracking) o alternativas de reducción del tiempo total identificado (crashing), para finalmente presentar una planificación más realista al cliente, manteniendo principalmente el compromiso y fechas de entrega ya establecidas.

3.1 Estructura y estandarización WBS - CBS

En base al levantamiento y análisis de tareas necesarias para la ejecución de proyectos fotovoltaicos junto con la estructura WBS [10], se define una clasificación en ocho categorías, agrupadas según su función dentro del proyecto. Estas categorías permiten estructurar la planificación y facilitar su análisis, diferenciando entre

[22] IA: Inteligencia artificial que permite a la informática imitar la inteligencia humana.
[23] Deep learning: Es una rama avanzada de la inteligencia artificial y aprendizaje automático basada en redes neuronales.
[24] Tarea predecesora: Es aquella que debe iniciarse o completarse antes de que otra tarea pueda comenzar o finalizar.
[25] Tarea sucesora: Es aquella que depende de la finalización o el inicio de otra tarea para poder comenzar o finalizar.

actividades habilitantes (previas a la ejecución directa) y ejecutantes (actividades en terreno). A continuación, se describen estas categorías:

	Categoría	Clasificación	Responsable	Tareas
1	Procesos administrativos	Habilitante[26]	Compañía	Acreditación[27], licitaciones, levantamientos, entre otras.
2	Estudios previos	Habilitante	Contratista/Compañía	Topografía, análisis de permisología, estudios de suelo, entre otras.
3	Ingeniería	Habilitante	EPC	Desarrollo de ingeniería básica y de detalles
4	Adquisición de equipos y materiales	Habilitante	EPC	Importación de los diferentes equipos, paneles, estructuras
5	Ejecución	Ejecutante[28]	EPC	Despeje de terreno, instalación de faena y equipos
6	Puesta en marcha (PEM)	Ejecutante	EPC	pruebas de conexión y previo ensayo
7	Certificación	Habilitante	EPC	Certificación SEC
8	Cierre	Habilitante	Compañía	Finiquitos, activación, cierre administrativo

Tabla 3. *Categorías de la estructura WBS*
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 3, las etapas de un proyecto no son cubiertas en su totalidad por un EPC, sino que pueden existir otros actores involucrados (más de un contratista), lo que significa que cada participante sigue un plan acorde a las responsabilidades asumidas contractualmente, siendo la planificación de un EPC diferente a la planificación global del proyecto.

Las ocho categorías obedecen a un orden temporal dentro de la planificación correspondiendo cada una de ellas a un primer nivel de apertura[29] en la carta Gantt. A partir de esta estructura, se derivan en un segundo nivel tareas que proporcionan un mayor detalle y descomposición de las etapas principales, las cuales, si bien están en su mayoría definidas, permanecen sujetas a ajustes según los alcances de cada proyecto y, dependiendo de la necesidad de detalle, este esquema progresivo de apertura puede extenderse hasta un quinto nivel.

En la Figura 1 se observa la estructura de planificación de un proyecto fotovoltaico, elaborada en Microsoft Project. Las etapas principales se encuentran ordenadas cronológicamente y cuentan con una codificación que permite analizar los recursos distribuidos entre las distintas partidas. La figura presenta además la etapa de ejecución aperturada, permitiendo visualizar sus diferentes niveles en base a una jerarquía: la ejecución corresponde al nivel 1 y "Obras civiles y mecánicas" al nivel 2, continuando con niveles sucesivos según el grado de detalle requerido por cada proyecto.

[26] Tarea habilitante: Prepara o establece las condiciones necesarias para que una tarea ejecutante pueda ser realizada.
[27] Acreditación: Proceso por el cual se habilita a un trabajador para que pueda realizar trabajos en las instalaciones del cliente.
[28] Tarea ejecutante: Tarea habilitada para ser ejecutada, otorga un avance físico en terreno.
[29] Nivel de apertura: Basado en la EDT o WBS, es identificado como un índice de descomposición de tareas.

	EDT	Nivel de esquema	texto	Nombre de tarea
0	0	0		CCU Manantial
1	1	1	ADM	1 Proceso administrativo
33	2	1	EP	2 Estudios previos
37	3	1	ING	3 Ingeniería
49	4	1	AEM	4 Adquisición de equipos y materiales
58	5	1	EJC	5 Ejecución
59	5.1	2	EJC	5.1 Ingreso a obra
60	5.2	2	EJC	5.2 Instalación de faena
61	5.3	2	EJC	5.3 Actividades previas
70	5.4	2	EJC	5.4 Obras civiles y mecánicas
75	5.5	2	EJC	5.5 Obras eléctricas
105	6	1	PEM	6 Puesta en marcha
125	7	1	CRT	7 Certificación
129	8	1	ADMC	8 Cierre proyecto

Figura 1. *Estructura WBS estándar aplicada a nuevo proyecto fotovoltaico*
Fuente: Anexo 3 Project - Elaboración propia

Esta estructura corresponde al EDT o WBS que constituye la base para diversas métricas de comparación, permitiendo mejorar la trazabilidad de los proyectos y, posteriormente, planificar en función de su comportamiento, reduciendo la incertidumbre y los riesgos potenciales.

En complemento con la definición de estructura WBS, la figura 2 muestra la distribución de recursos que le da el valor ganado a toda las tareas que componen el proyecto, esta distribución se ve considerablemente optimizada debido a la clasificación WBS observada en la figura 1, pudiendo trabajar en base a las etapas y orden definido para asignar de manera estructurada la correspondiente ponderación de costos a las diferentes tareas como lo muestra la figura 2, la que proporciona rápidamente una visualización que entrega información sobre la cantidad de tareas y etapas con su respectivo desembolso de costos o recursos, además, la clasificación entre tareas habilitantes y ejecutantes identificando el impacto que tiene cada una sobre el costo global del proyecto.

El análisis presentado en la figura 2 se encuentra alojado en un archivo de Excel (anexo 4), que genera cálculos automáticos sobre el impacto que tiene cada tarea. Esta distribución es necesaria para entregarle el valor ganado correspondiente a cada tarea y llevar un seguimiento coherente, entendiendo que el desembolso de costos por recursos es un detalle que solo maneja el contratista y que la planificación global del proyecto no solo se compone de tareas ejecutadas por el proveedor principal. Por esto, es necesario identificar el valor ganado de la participación de cada actor involucrado dentro de la planificación del proyecto.

		Etapas	Ponderación	N°T	$	Tipo	
ADM	1	Proceso administrativo	5,0%	24	$ 1.981	Habilitante	Equipos
EP	2	Estudios previos	5,0%	6	$ 7.926	Habilitante	MO
ING	3	Ingeniería	5,0%	8	$ 5.944	Habilitante	Maquinaria
AEM	4	Adquisicion de equipos y materiales	30,0%	8	$ 35.665	Habilitante	
EJC	5	Ejecucion	50,0%	21	$ 14.814	Ejecutora	
PEM	6	Puesta en marcha	2,0%	10	$ 1.902	Ejecutora	
CRT	7	Certificacion	2,0%	3	$ 6.340	Habilitante	
ADMC	8	Cierre	1,0%	3	$ 3.170	Cierre	
		Total		83			

EDT	Nivel	Tipo	Etapa	Nombre de tarea	Actividad	Equi	MO	Mac	% Peso	Costo
0	0	Resumen		Proyecto energético - Sobre suelo					100,0%	$ 951.062
1	1	Resumen	ADM	Proceso administrativo						0
	2	Tarea	ADM	KOM interna	Recepecion doc. segun procedimiento y recopilacion d				0,2%	$ 1.981
	2	Tarea	ADM	Analisis del proyecto	Analisis del contrato, alcances y costos				0,2%	$ 1.981
	2	Tarea	ADM	KOM Cliente	Presentacion del proyectoGestion y control del proyect				0,2%	$ 1.981
	2	Tarea	ADM	Gestión documentos y apertura del proyecto	Firma acta de inicio del proyectoDesarrollo y entrega o				0,2%	$ 1.981
	2	Resumen	ADM	Planificacion de proyecto						
	3	Tarea	ADM	Plan - Desarrollo de programación	Apertura de GanttGeneración calendario de visitasAnali				0,2%	$ 1.981

Figura 2. *CBS - Distribución de costos en base a la estandarización y clasificación de tareas*
Fuente: Anexo 4 CBS - Elaboración propia

Finalmente, esta distribución de costos es traspasada a la planificación inicial alojada en Project, para que, junto con las fechas de inicio y fin de cada tarea, puedan proporcionar una correcta asignación de valor ganado a cada una de las tareas, eliminar asignaciones criteriosas, automatizar la distribución de costos en base a recursos y dar lugar a la curva S.

3.2 Indicadores y variables

Para continuar con el desarrollo de la herramienta se definieron indicadores que funcionan como cimiento y sostienen la coherencia de la información que alimentará a las visualizaciones. A continuación, se identifica cada una de ellas y los KPIs que las sostienen [26]:

1. **Distribución y valor ganado del proyecto:** Estos indicadores permiten identificar el comportamiento del proyecto en base a un ciclo completo de recursos en una escala temporal.

	Distribución de Valor Ganado
Descripción	Tabla comparativa del valor planificado que permite visualizar el avance dividido por semanas del ciclo completo del proyecto, identificando a través de formato condicional saltos de valor ganado mayores a un 5%.
KPI	*PV = Valor planificado acumulado* *Avance por periodo = Avance acumulado por periodo - Avance periodo anterior*
Comentarios	Al identificar el valor ganado planificado de manera semanal, se puede visualizar rápidamente excesos o saltos de valor ganado entre periodos que puedan significar un riesgo, para poner foco sobre las tareas que componen ese valor.

2. **Lógica de tareas:** Estos indicadores y visualizaciones permiten el análisis individual de cada caso (tarea) en una descomposición más detallada y aperturada según fechas o dependencias asignadas.

	Paralelismo de tareas
Descripción	Visualización dinámica de Carta Gantt que permite identificar cuántas y cuales tareas están planificadas para un periodo específico seleccionado en la distribución de valor ganado semanal.
KPI	*N° tareas en el periodo seleccionado*
Comentario	Una vez identificados los saltos de valor ganado, se puede visualizar de manera fácil los nombres de las tareas que impactan en el periodo y su ubicación en un espacio temporal (inicio y fin), junto con la holgura asociada a cada una de ellas (si la tarea no se encuentra completada).

	Dependencia de tareas
Descripción	Visualización dinámica que permite identificar cuellos de botella, mostrando las tareas de las que depende (predecesoras) la tarea seleccionada y al mismo tiempo a cuantas tareas impacta (sucesoras).
KPI	*Cantidad y nombre de tareas predecesoras asociadas a la tarea seleccionada* *Cantidad y nombre de tareas sucesoras asociadas a la tarea seleccionada* *Impacto sucesora = Suma de las tareas sucesoras a las que impacta una tarea seleccionada*
Comentario	Permite identificar cuellos de botella y corroborar la lógica de dependencias empleada rápidamente.

	Curva S
Descripción	Representación gráfica del avance de proyectos, comparación entre el avance programado y el real.
KPI	*PV = Valor planificado* *EV = Valor ganado*
Comentarios	La curva S nace del valor/recurso asociado a las tareas prorrateado en los días de duración, el costo diario sumado de manera acumulada por cada tarea distribuida en un espacio temporal da lugar a la curva S. Entonces el valor ganado de una tarea es el impacto en costo sobre el total del costo del proyecto.
	Holgura e impacto

Descripción	Indicadores que muestran cantidad de holgura en días, si la tarea pertenece a la ruta crítica[30] y cuál es su valor ganado dentro del proyecto (impacto).
KPI	*Holgura = Fecha de inicio tarea sucesora - Fecha de término tarea seleccionada (holgura entregada por el programa Project directamente)* *Impacto = Valor ganado de la tarea (costo tarea/costo proyecto)*
Comentarios	Como la holgura es proporcionada por Project y su programación es dinámica, la visualización muestra todas las tareas que tienen un 100% completado con holgura cero, esto es debido a que el programa deja de considerar la tarea para el análisis de holgura, por lo que este indicador solo es válido para las tareas futuras o para el análisis de la planificación en etapa inicial del proyecto.

	Tareas sin predecesoras y sucesoras
Descripción	Indicadores que muestran en un numero entero cuantas tareas se encuentran sin sucesoras o predecesoras, entregando una rápida impresión del estado de la planificación.
KPI	*N° Sin sucesoras= suma de tareas que no tienen sucesoras o que tenga espacio en blanco en la columna "Sucesoras"* *N° Sin predecesoras= suma de tareas que no tienen predecesoras o que tenga espacio en blanco en la columna "Predecesoras"* *Tabla "Tareas sin sucesora y predecesora" = Lista de tareas sin sucesora y predecesoras con su nombre correspondiente*
Comentario	*Al validar que todas las tareas tengan predecesoras y sucesoras, se puede corroborar que la lógica de la programación se encuentra bien realizada y su ruta crítica es correcta.*

3.3 **Herramientas y fuentes de datos**

A continuación, se presenta la arquitectura de Business Analytics, la cual muestra el flujo de información y el procesamiento de datos que sustentan los indicadores clave de desempeño (KPI) y las visualizaciones propuestas anteriormente. El proceso se inicia con la ingesta y extracción de datos desde la fuente de origen, donde los datos crudos son transformados y estructurados en tablas que consolidan información relevante para el análisis. Este proceso permite una generación de datos enriquecidos que facilitan el análisis estratégico y una visión integral, ampliando el alcance del universo de datos disponible.

Posteriormente, se define la capa semántica mediante un modelo de datos estructurado de tipo estrella, en el cual la lógica analítica se organiza a través de tablas de hechos y dimensiones. Se emplea este modelo de arquitectura porque la tabla maestra de proyectos actúa como una llave unificada que simplifica las relaciones y el cruce de datos en todo el modelo. Permite generar un vínculo dinámico con tablas de alta densidad de datos, así como también, tablas livianas, evitando la multiplicación innecesaria de filas optimizando la memoria.

Esta separación entre los datos físicos (hechos y dimensiones) y la lógica de cálculo (medidas) responde a los principios del modelamiento semántico, permitiendo estructurar la información de manera que el sistema interprete adecuadamente los requerimientos asociados al análisis de la planificación.

[30] Ruta crítica: secuencia de actividades que determina la duración más corta posible de un proyecto.

A través de la definición de medidas se facilita el cruce de datos, la gestión de relaciones, así como la aplicación de filtros y clasificaciones, mejorando la manipulación de la información y facilitando la construcción de indicadores y visualizaciones que aporten valor al usuario dentro de un entorno organizacional compartido. Esto favorece una interpretación alineada y uniforme de los datos y respalda procesos de toma de decisiones más informados, confiables y oportunos.

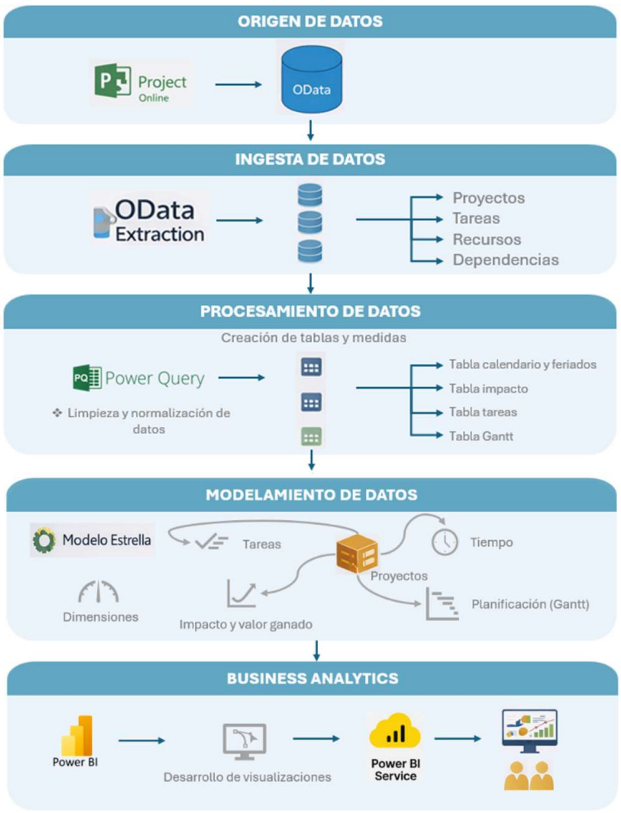


Figura 3. *Arquitectura de la herramienta de Business Analytics*
Fuente: Elaboración propia

Las herramientas y fuentes de datos que se utilizan para el desarrollo de las visualizaciones son las siguientes:

- **Microsoft Project Desktop y online:** Es el entorno oficial de planificación de proyectos de ejecución de la compañía, centralizando la información de todos los proyectos y estableciendo un ambiente de proyectos centralizado.
- **Fuente OData (Open Data Protocol)**: Actúa como repositorio principal y es el punto de extracción de los datos. Permite un fácil acceso a la información de Project Online, asegurando estructura y disposición de información centralizada.
- **Power BI:** Es la herramienta principal de visualización utilizada por la compañía para Business Analytics, siendo la idónea para el desarrollo de las visualizaciones. Su selección se adapta con la estrategia de adopción transversal de la empresa y se alinea con las mejores prácticas del rubro de la construcción en cuanto a Inteligencia Empresarial [19] además de ser una herramienta amigable y de fácil adopción por los usuarios.
- **Power Query:** Integrado en Power BI, para la transformación y carga (ETL) de los datos. Ayudando en el tratamiento y modelamiento avanzado de los datos, incluyendo la estructuración de la arquitectura de datos necesaria para los cruces relacionales.

A nivel de gestión, los proyectos de la compañía se encuentran disponibilizados en un entorno de Project online (PWA[31]) donde la fuente Odata funciona como puente conector de la información, lo que en conjunto con el proceso de ingesta y transformación de datos hace posible una mayor comprensión de la información que se desea analizar y trabajar.

3.4 Visualizaciones, tratamiento y modelado de los datos

El modelamiento de datos considera una estructura "Estrella" (figura 4), la que está compuesta de una tabla principal que cumple la función de contener los datos de apertura como una especie de llave, donde la principal relación es el nombre del proyecto. Esta estructura también contiene tablas creadas y trabajadas que alimentan a las visualizaciones, pudiendo establecer relaciones entre ellas y así realizar cruces de información.

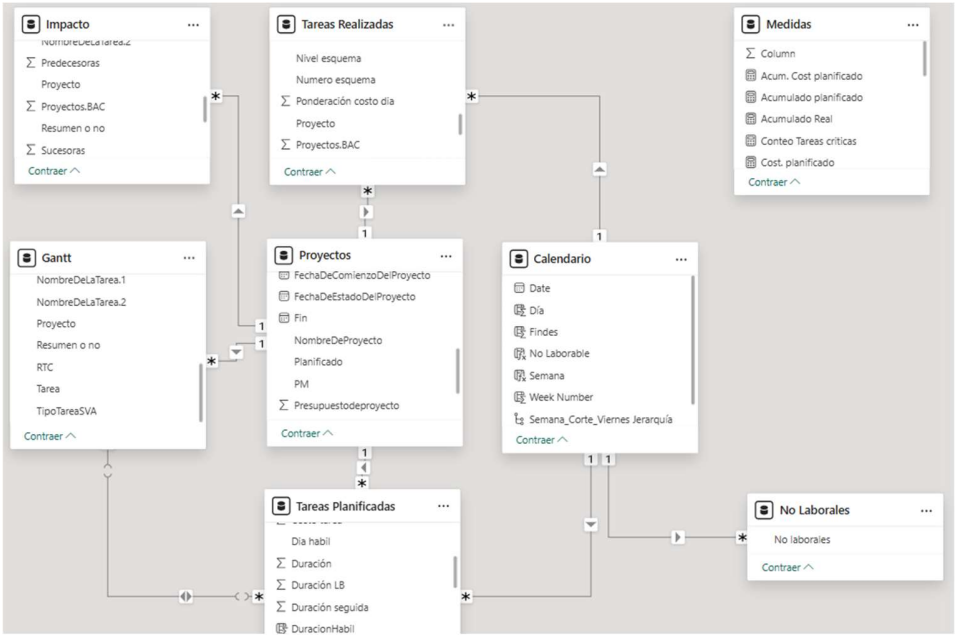


Figura 4. *Modelo de datos - Estrella*
Fuente: Power BI - Elaboración propia

Los datos brutos se someten a un proceso de tratamiento y transformación que busca suplir las limitaciones y falta de información de la fuente de datos. El objetivo es complementar la base mediante la creación de datos que no son proporcionados de manera nativa por el programa Project, hasta la creación de una arquitectura de tablas para el análisis relacional de los datos.

La primera fase se centra en el tratamiento de datos junto con la aplicación de fórmulas, algoritmos de elaboración propia y la generación de columnas calculadas esenciales para la medición precisa de las diferentes variables requeridas que alimentan los indicadores y visualizaciones propuestas, junto con la creación de la tabla calendario para darle un espacio temporal y poder analizar el comportamiento de la planificación, este calendario al mismo tiempo se relaciona con la tabla creada "No laborales" que contiene los feriados y fines de semana, para entregarle indicaciones al sistema de contabilización en base a los días hábiles.

La tabla de medidas, la cual actúa como un contenedor lógico dentro de la capa semántica, centraliza los indicadores clave de desempeño (KPIs) y métricas calculadas mediante expresiones DAX[32], facilitando la reutilización de cálculos y manteniendo la consistencia analítica del modelo.

[31] PWA: Project Web App, plataforma online del programa Microsoft Project.
[32] Lenguaje DAX: Usado en Power BI y Excel para crear cálculos y realizar análisis de datos relacionales.

3.4.1 Curva S

Para alimentar la curva S, en primera instancia, se realiza un cálculo que identifica el impacto ponderado de la tarea en base a su costo (asignación de recursos), para posteriormente realizar una distribución del valor ganado de cada una de las tareas a lo largo de una escala temporal diaria, lo que resulta en la descomposición de fechas desde el inicio hasta el fin identificado de cada tarea, permitiendo crear una fila y distribuyendo el valor ganado por cada día (prorrateo[33]). Esta misma lógica de distribución y prorrateo fue utilizada para las tablas "Tareas Planificadas" y "Tareas Realizadas" las que se encuentran relacionadas al mismo tiempo con la tabla creada "Calendario", a través de la columna "Fechas distribuidas" y con la tabla "Proyectos", a través de la columna "Proyecto" para dar paso a las curvas S "Planificado" y "Real".

La suma acumulada identificada por una formula calculada en DAX, da paso a la curva S plasmada en la figura 5, con sus variables "Planificado" y "Real". El proyecto que alimenta esta curva se encuentra en ejecución.

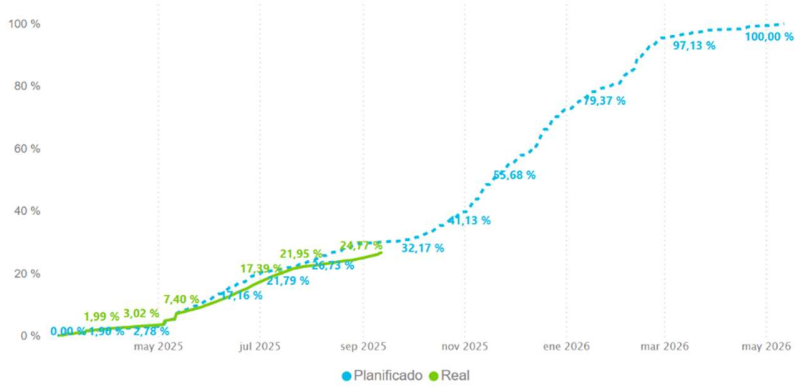


Figura 5. *Curva S proyecto*
Fuente: Anexo 1 Herramienta de Business Analytics - Elaboración propia

3.4.2 Dependencias y cuellos de botella

Las tareas principales se separan y se crean nuevas estructuras y tablas (esquema de datos) a partir de la fuente original, permitiendo cruces de datos. En primera instancia se genera una tabla específica para el análisis de dependencias extrayendo la codificación de las tareas predecesoras y sucesoras, relacionando cada tarea con la estructura principal. Al combinar las tablas resulta una fila por cada predecesora y cada sucesora de la tarea principal, esto para dar forma a la visualización de dependencias junto con su respectivo impacto ya identificado en la distribución prorrateada de la curva S.

Como se puede observar en la figura 6, al seleccionar una tarea, ya sea porque se detecta una anomalía entre el impacto, cantidad de sucesoras y predecesoras o días de holgura, la visualización muestra los nombres de las tareas predecesoras (izquierda) y sucesoras (derecha), junto con su impacto (suma del valor ganado de cada tarea).

[33] Prorrateo: Acción de dividir o repartir una cantidad, un coste o una carga de forma proporcional entre diferentes partes.



Figura 6. *Dependencias proyecto Molymet*
Fuente: Anexo 1 Herramienta de Business Analytics - Elaboración propia

En complemento con la visualización de dependencias y la lógica utilizada para programar un proyecto, la figura 7 muestra tres indicadores compuestos por el total de tareas, el número de tareas sin predecesora y tareas sin sucesora, junto con dos tablas detalladas que proporcionan el nombre de las tareas identificadas, a la izquierda las que no tienen predecesoras y a la derecha las que no tienen sucesoras.

Las visualizaciones entregan una rápida idea de la lógica que se utiliza al identificar las dependencias. Una tarea sin predecesoras y sucesoras dificulta la visibilidad de todos los componentes de avance dentro de la programación, al no tener dependencias, la tarea es una tarea fantasma que no tiene mayor impacto, significando un error en la lógica y dificultando la capacidad de un análisis realista [27].

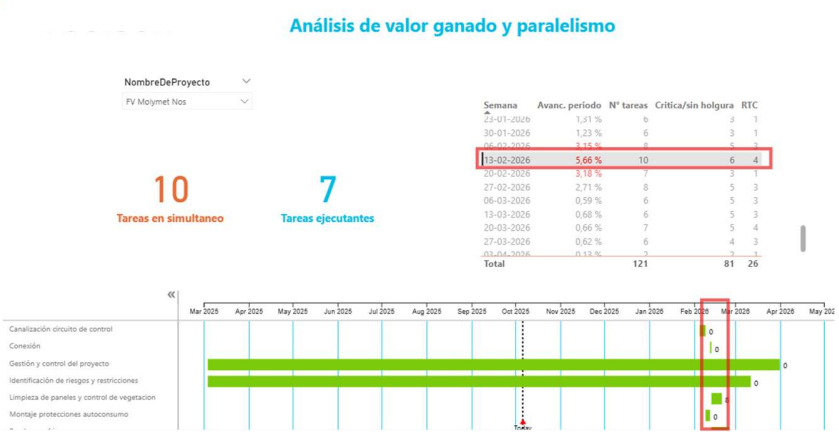


Figura 7. *Lógica de dependencias proyecto Molymet*
Fuente: Anexo 1 Herramienta de Business Analytics - Elaboración propia

3.4.3 Carta Gantt – Paralelismo y saltos de valor ganado

Se crea una tabla dedicada para alimentar la visualización de Carta Gantt que, a diferencia del valor ganado prorrateado, esta solo necesita identificar el inicio y fin de cada tarea, junto con los días de holgura. Relacionada con la tabla "Tareas Planificadas" específicamente la columna "Tarea" y con la tabla madre "Proyectos", a través de la columna "Proyecto", lo que hace es conectarse con la selección de periodos semanales extraídos desde "Tareas Planificadas" (a través de la columna tarea) para mostrar qué tareas se encuentran programadas para el periodo semanal seleccionado. Los caculos de ruta crítica e identificación de tareas ejecutantes se realizan a través de diferentes medidas en lenguaje DAX.

Figura 8. *Paralelismo y saltos de valor ganado proyecto Molymet*



Fuente: Anexo 1 Herramienta de Business Analytics - Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 8, al seleccionar un periodo de tiempo, la carta gantt, muestra las tareas involucradas con su respectivo valor ganado, o más bien las tareas que están planificadas para ese periodo.

La tabla de avance semanal planificado identifica a través del formato condicional, los saltos de valor ganado que superan el 5% de valor global del proyecto, entregando una rápida señal de riesgo. Al seleccionar el periodo los indicadores numéricos identifican cuantas tareas impactan sobre esa selección (10 tareas) y en base a la clasificación dada en la etapa de estandarización de la planificación, identifica cuales de ellas son de carácter ejecutante (7 tareas). La tabla de distribución muestra, además, la criticidad de la tarea al no contener días de holgura y si esta corresponde a la ruta crítica (RTC) del proyecto, lo que permite priorizar el enfoque en aspectos críticos, por ejemplo, si el periodo seleccionado muestra una cantidad considerable de tareas sin holgura que cumplen la característica de ser críticas, amerita replantearse la cronología y recursos disponibles, siendo esta la razón del porque el Dashboard es una herramienta de apoyo y análisis que funciona en complemento con el juicio experto.

4 Análisis de los resultados

4.1 Funcionamiento de las visualizaciones - Alertas

Para validar el funcionamiento de la herramienta en base al análisis de riesgos y alertas que proporciona, se utilizarán dos proyectos reales ejecutados por la compañía. Cada uno tiene una particularidad diferente, el primero (proyecto 1), presentó un atraso mayor a nueve meses y su magnitud fue de18.000 paneles instalados, el segundo (proyecto 2), también presentó atrasos, pero a diferencia del proyecto 1 pudo recuperarse debido a la inserción de recursos, en este último se instalaron 1.810 paneles. A simple vista ambos proyectos son diferentes, sin embargo, la importancia de la comparación se origina en las características del atraso de cada uno, pudiendo poner a prueba las visualizaciones y si estas son capases de entregar información y alertas de

manera ágil y amigable, para posteriormente, poder gestionar y mitigar riesgos de atraso en etapa temprana, la planificación.

4.1.1 Comportamiento y alertas de las visualizaciones – Proyecto 1

Se evaluó la planificación establecida en la línea base del proyecto 1, el cual tenía una duración planificada de 14 meses, extendiéndose a 23. Considerando las estructuras vigentes en ese momento, nos concentraremos en los análisis de saltos de valor ganado y tareas ejecutadas de manera simultánea.

La curva S (figura 9) demuestra la relación entre el punto máximo de valor ganado planificado para la semana del 15-09-2023, con una cantidad considerable de tareas ejecutantes en paralelo (figura 10) siendo una de las causas principales de una desviación que ya venía arrastrando atrasos, lo que refuerza las postulaciones que consideran el paralelismo de tareas como un riesgo que debe ser bien gestionado [21].

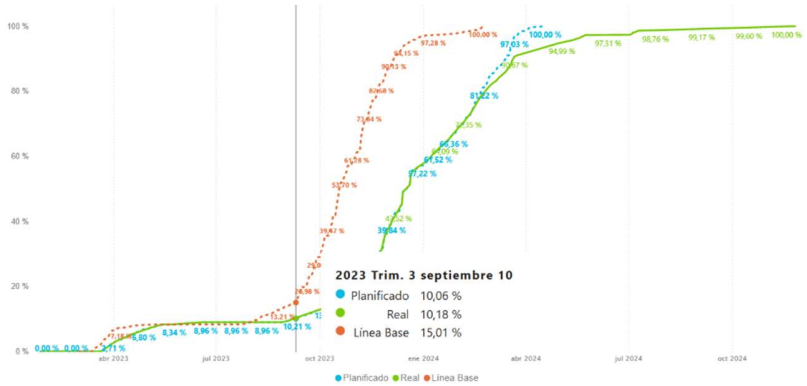


Figura 9. *Curva S del proyecto 1*
Fuente: Anexo 1 Herramienta de Business Analytics - Elaboración propia

Al evaluar los saltos de valor ganado en periodos semanales, precisamente cuando las visualizaciones comienzan a mostrar una alerta por riesgo de gran porcentaje de valor ganado comprometido y paralelismo de tareas (figura 10), es cuando en la realidad, la curva de "Avance Real" comienza a decaer (figura 9).



Figura 10. *Visualización de análisis de valor ganado por semana e indicadores de tareas*
Fuente: Anexo 1 Herramienta de Business Analytics - Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 10, el valor ganado planificado para esa semana era de 4,75% comprendiendo un total de 11 tareas en simultaneo y 9 de ellas ejecutantes, aumentando la exposición, capacidad de gestión y la necesidad de recursos MO[36].

Al identificar el punto máximo de ejecución de tareas en paralelo y gran salto de valor ganado, las visualizaciones logran proporcionar un análisis rápido y eficiente de la situación, entregando información sobre exposiciones de riesgo y cuál es su raíz de origen, para que el usuario pueda identificar rápidamente que tareas se encuentran involucradas y posteriormente, pueda corroborar si la lógica de programación ideada se sustenta con un escenario realista.

[36] MO: Mano de obra

4.1.2 Comportamiento según lógica de programación e impacto – Proyecto 2

Al analizar la planificación inicial del proyecto 2 (figura 11), se puede observar que su comportamiento es muy diferente al proyecto 1 el que, si bien presenta un atraso inicial, repunta la desviación de la curva S debido al aumento de MO, demostrando que el paralelismo de tareas es posible si es bien gestionado y respaldado con recursos en una estrategia que puede ser evaluada en etapa temprana (planificación).

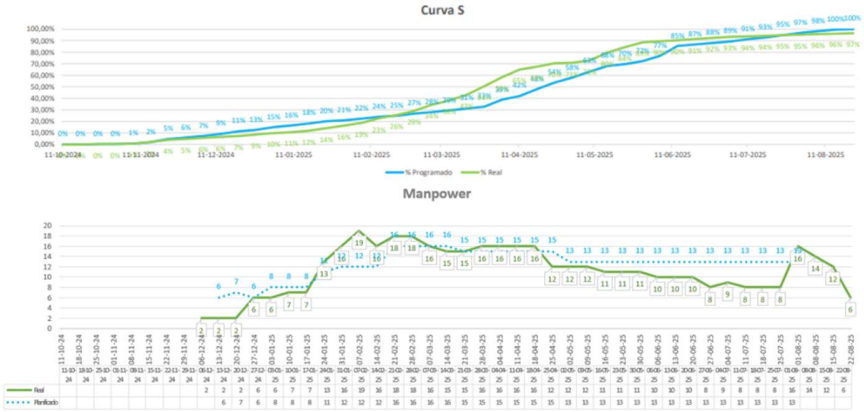


Figura 11. *Curva S y Manpower proyecto 2 informe clientes*
Fuente: Anexo 5 Informe cliente - Elaboración propia

En la figura 11, la cual muestra la curva S y Manpower[37] del proyecto 2, se puede observar la correlación entre la recuperación de la curva S y el aumento de MO (identificado en el anexo 5). Debido a que el riesgo del paralelismo fue gestionado correctamente, pero el atraso se presentó de igual manera, nos enfocaremos en el análisis de otras variables contenidas en la herramienta de Business Analytics.



Figura 12. *Análisis de valor ganado y tareas administrativas Molynor*
Fuente: Anexo 1 Herramienta de Business Analytics - Elaboración propia

Al seleccionar la semana en la que comienza a producirse el atraso, podemos observar en la figura 12, que la desviación inicial se debe en su totalidad a tareas administrativas, lo que en una visualización de paralelismo de tareas no habría generado mayor preocupación, sin embargo, en la hoja de dependencias del dashboard (Anexo 1), la alerta era evidente, no solo porque las tareas administrativas presentes son consideradas críticas, sino también, por el impacto que tienen frente a sus sucesoras, identificando de manera visual y rápida que la acreditación, por ejemplo, impactaba directamente en el ingreso a obra dando paso al "Kick Off en Sitio" el cual comprometía un 5 % del avance del proyecto en sus tareas sucesoras (figura 13).

[37] Manpower: herramienta visual que muestra la cantidad de personal requerido en un proyecto con una distribución temporal.

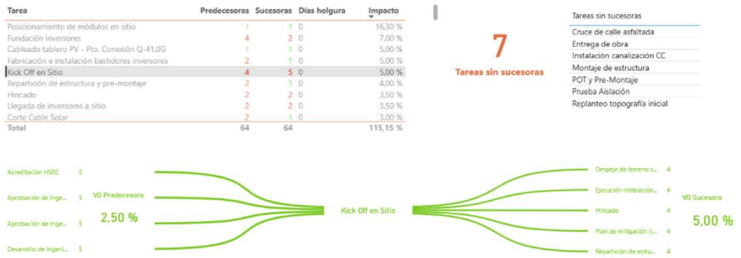


Figura 13. *Análisis de dependencias e impacto Proyecto 2*
Fuente: Anexo 1 Herramienta de Business Analytics - Elaboración propia

Si bien el atraso inicial no se relacionó de forma directa con las tareas de carácter ejecutante, ni el paralelismo de tareas que revisamos en el proyecto anterior, se vieron comprometidas tareas habilitantes que impactan de manera indirecta al ingreso a obra y por consecuencia la ejecución, que, en base a dependencias, cuellos de botella y relacionamiento de red en cascada, significa un riesgo igual de importante para el desempeño de un proyecto.

El análisis realizado por la herramienta expone que una tarea crítica no solamente es la que compone la ruta crítica, sino que también, lo puede ser una tarea que se presente como un cuello de botella y que, a su vez en el impacto de sus sucesoras, comprometa un valor ganado significativo para el proyecto.

Las visualizaciones permitieron identificar correctamente cuellos de botella como puntos críticos y evaluar su impacto. Al interpretar el diagrama de Gantt, es fundamental integrar variables como dependencias, cuellos de botella y holguras para definir la criticidad real de una tarea y así asignar los recursos necesarios para evitar retrasos en el proyecto, permitiendo definir la criticidad con una visión realista y sus posibles variables de riesgo, disponiendo de información crítica al momento de requerir emplear alguna estrategia de manera anticipada.

4.2 **Análisis comparativo – Fuentes de información y Capacidad**

Una vez verificado el funcionamiento de la herramienta de Business Analytics mediante el análisis de alertas de riesgo de los proyectos seleccionados, necesitamos entender cuál es la situación actual respecto a las variables consideradas en la revisión de la planificación de proyectos y cuales incorpora la herramienta desarrollada, además de identificar si estas requieren un trabajo manual de datos. Para ello se recreó una comparación entre la información contenida y proporcionada por el programa MS Project, en complemento con otras herramientas, que expone el origen de análisis de cada variable propuesta en la columna “Antes” y la información entregada por la herramienta de Business Analytics en la columna “Después”. Para ello se emplea la siguiente nomenclatura: MSP para Microsoft Project, PBI para Power BI, XLS para hojas de cálculo de Excel y NA en los casos donde no aplica.

Variable medida	Tratamiento de la información	
Curva S	Antes	Después
Distribución de curva S en base a valor ganado	MSP a XLS	PBI
Distinción entre tareas ejecutantes y habilitantes e indicador número	NA	PBI
Cantidad de tareas planificadas en un determinado periodo	NA	PBI
Nombre de las tareas planificadas en un determinado periodo	NA	PBI
Visualización carta Gantt tareas planificadas en un determinado periodo	NA	PBI
Dependencias por tareas		
Identificación del n° de tareas predecesoras y sucesoras de una tarea	MSP - N°referencia	PBI
Visualización del nombre de tareas predecesoras y sucesoras de una tarea	MSP - búsqueda	PBI
Indicador de valor ganado comprometido entre tareas predecesoras y sucesoras	NA	PBI
Indicador del n° tareas sin sucesora y predecesora	MSP a XLS	PBI
Días hábiles de holgura	MSP	PBI
Identificación de ruta crítica por tarea	MSP	PBI

Tabla 4. *Tratamiento y ubicación actual de la información destinada a análisis de la planificación*

Fuente: Elaboración propia

Como muestra la Tabla 4, la información alojada en el programa MS Project, en la mayoría de las ocasiones, requiere de un procesamiento individual según el análisis deseado. Por ejemplo, para construir una Curva S (Anexo 6), se exporta un informe desde Project que entrega la distribución semanal de costos del proyecto, para posteriormente calcular de manera manual el impacto porcentual y el valor acumulado durante toda su duración. Si bien esto permite detectar saltos de valor ganado, su trazabilidad de vuelta al programa Project es compleja, ya que para identificar las tareas que aportan a ese valor ganado, en base a filtros por fecha de inicio y fin, se genera una exclusión de tareas que inician o terminan fuera del rango seleccionado pero que aportan de igual manera al periodo que se quiere evaluar, complejizando su trazabilidad.

Para sustentar esta comparación y el aumento de capacidad de análisis entregado por la herramienta, se habilitó una sección en la encuesta realizada (Anexo 2), dedicada únicamente a identificar si los expertos consideran o no determinadas variables en la revisión de una planificación y como realizan este análisis. Para una mejor recepción y comprensión de los encuestados, se agruparon algunas variables:

Identifica cuáles de las siguientes practicas se realizan actualmente al analizar una planificación:

Variable medida	ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Curva S															Si	No
Análisis de valor ganado por periodos		Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	69%	31%
Análisis de paralelismo de tareas		Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No	No	No	69%	31%
Análisis de tareas habilitantes y ejecutantes		No	Si	No	No	No	No	Si	Si	No	No	Si	No	Si	38%	62%
Dependencias por tareas																
Analisis de dependencias y cuellos de botella		No	No	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	69%	31%
Análisis de impacto de tareas		Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	100%	0%
Análisis de tareas sin predecesoras y sucesoras		No	No	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No	No	38%	62%
Análisis de holguras y RTC para identificar qué tarea es crítica		Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	92%	8%
														Total	68%	32%

Tabla 5. *Variables medidas actualmente en el análisis de la planificación*
Fuente: Anexo 2 Resultados Encuesta - Elaboración propia

En la tabla 5 se puede observar que el 68% de las variables son analizadas o de interés por parte de los expertos al minuto de revisar una planificación, dejando un 32% de ellas fuera de este análisis.

Ahora veamos la tabla 6 a continuación, que muestra que porcentaje de estas variables son analizadas de manera automática y cual es realizado de manera manual, considerando A para “automático”, M para “manual” y NA para los casos en donde no se analiza:

Identifica cual es el método de análisis al realizar una revisión de planificación:

Variable medida	ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
Curva S															M	A	NA
Análisis de valor ganado por periodos		A	M	M	A	A	A	A	NA	NA	M	M	M	A	38%	46%	15%
Análisis de paralelismo de tareas		M	M	A	M	M	M	M	NA	M	NA	NA	NA	NA	54%	8%	38%
Análisis de tareas habilitantes y ejecutantes		M	A	NA	NA	NA	M	NA	M	M	NA	NA	NA	M	38%	8%	54%
Dependencias por tareas																	
Analisis de dependencias y cuellos de botella		A	NA	M	M	M	M	M	M	M	M	NA	M	NA	69%	8%	23%
Análisis de impacto de tareas		M	A	M	M	A	A	M	M	M	M	M	M	M	77%	23%	0%
Análisis de tareas sin predecesoras y sucesoras		NA	A	A	M	M	M	NA	NA	M	NA	M	NA	A	38%	23%	38%
Análisis de holguras y RTC para identificar qué tarea es crítica		A	A	M	A	M	M	M	M	M	NA	NA	A	A	46%	38%	15%
														Total	43%	25%	32%

Tabla 6. *Metodología de análisis de las variables medidas en la actualidad*
Fuente: Anexo 2 Resultados Encuesta - Elaboración propia

Según la encuesta, solo el 25% de las variables se procesa de forma automática, mientras que un 43% requiere análisis manual —demandando tiempo y concentración— y un 32% ni siquiera se considera. Además, el criterio de evaluación es subjetivo y depende de quién lo observe, lo que impide mantener una visión alineada con el objetivo de la revisión.

4.3 Análisis cuantitativo – Tiempos de planificación y análisis de riesgos

Para contrastar la situación actual y continuar recreando el escenario en complemento con los resultados presentados y cuantificar los tiempos empleados a la revisión de una planificación, se realizó un levantamiento de las versiones y los esfuerzos destinados a cada programación mediante el registro de archivos alojados en los repositorios documentales de cada proyecto. Esta revisión permitió reconstruir el historial de versiones y reprogramaciones tanto del EPC como de Colbún, proporcionando los datos de tiempos invertidos en cada etapa. A continuación, se presenta la información obtenida como evidencia empírica para el análisis de resultados y mejora en la eficiencia del proceso:

Proyecto	1ra emisión	Revisiones e iteraciones	Versiones/iteraciones	Tiempo total
Proyecto 1	2 Sem	1 Sem	7	9 Sem
Proyecto 2	2 Sem	1 Sem	6	8 Sem
Proyecto 3	2 Sem	1 Sem	6	8 Sem
Proyecto 4	2 Sem	1 Sem	8	10 Sem

Tabla 7. *Tiempo de desarrollo y revisión de una planificación*
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 7, la planificación inicial tarda en promedio 8 semanas en cerrarse, extendiéndose en algunos casos. Estos tiempos, en base a los SLA[38] establecidos, se componen de dos semanas de planificación inicial y 1 semana de revisión y levantamiento de comentarios, para luego considerar 1 semana de subsanación en las siguientes iteraciones en comunicación con el EPC.

Para responder a cuánto es el tiempo que invierte cada participante en revisar una planificación, se reconstruyeron los tiempos de trabajo por cada variable considerada mediante un levantamiento realizado a cinco profesionales involucrados en el proceso. La tabla 8 muestra la comparación de tiempos promedios empleados en las revisiones de las planificaciones, presentando una comparación en contraste con la adopción de la herramienta:

Variable analizada	Tiempos $\bar{x}$	
	Antes	Después
Distribución de curva S en base a valor ganado	60 min	1 min
Distinción entre tareas ejecutantes y habilitantes e indicador número	30 min	5 min
Cantidad de tareas planificadas en un determinado periodo	30 min	5 min
Nombre de las tareas planificadas en un determinado periodo	30 min	5 min
Identificación del n° de tareas predecesoras y sucesoras de una tarea	5 min	1 min
Visualización del nombre de tareas predecesoras y sucesoras de una tarea	30 min	1 min
Indicador de valor ganado comprometido entre tareas predecesoras y sucesoras	30 min	5 min
Indicador del n° tareas sin sucesora y predecesora	15 min	1 min
Días hábiles de holgura	1 min	1 min
Identificación de ruta crítica por tarea	1 min	1 min
Visualización carta Gantt tareas planificadas en un determinado periodo	30 min	5 min
Total	262 min	31 min

Tabla 8. *Comparación de tiempos empleados en el análisis de la planificación*
Fuente: Elaboración propia

La implementación de la herramienta de Business Analytics permite que la primera iteración del análisis de planificación enfocada en la lógica y estructura se reduzca de 262 minutos a 31 por persona, lo que representa una disminución del 88,17% en el esfuerzo. Este 88,17% se obtiene de la participación porcentual de los 31 minutos sobre los 262 minutos identificados en la tabla 8.

En términos de flujo de trabajo, este diagnóstico inicial funciona como un filtro de integridad que se ejecuta en un solo día, a diferencia del proceso convencional que requiere un SLA de 5 días de revisión y puede ser

[38] SLA: Service level agreement o acuerdo de nivel de servicio, es un indicador que establece una métrica de cumplimiento acordado.

realizado por un solo revisor; esto supone un ahorro del 20% (participación porcentual de 1 sobre 5 días) del tiempo total de la primera iteración de revisión habilitando tiempo para el análisis y revisión de estrategias en base a información disponible y conocida por todos.

4.4 Opinión de los expertos

Se realizó una validación mediante una encuesta dirigida a 13 especialistas del área, quienes evaluaron la operatividad de las visualizaciones desarrolladas y proporcionaron una breve apreciación en cuanto a la utilidad de la herramienta de Business Analytics, obteniendo la siguiente información:

ID	Valorización	Comentarios
1	5	Muy util
2	5	Si
3	5	cualquier herramienta que ayude en el análisis es importante, y necesario, por ende claro que si.
4	5	Si, permite visualizar y anticipar situaciones criticas durante el análisis del proyecto
5	5	Definitivamente, es una herramienta clara y muy útil para la planificación.
6	5	sí , totalmente útil en el desarrollo de la planificación del área
7	5	Si
8	5	Sí, muy útil.
9	5	Sí, útil
10	5	Sí, es útil y de fácil comprensión, lo que reduce el tiempo de interpretación.
11	5	Sí, creo que es replicable para todo tipo de proyectos.
12	5	Si, me resulta útil para el análisis.
13	5	Si
		5 puntuación máxima 13/13 igual al 100%

Tabla 9. *Valoración y apreciación de la herramienta de Business Analytics*
Fuente: Anexo 2 Resultados Encuesta - Elaboración propia

Los resultados de la tabla 9 indican que el 100% de la muestra recogida afirma que la herramienta satisface las necesidades críticas de análisis. Los expertos confirmaron que, si bien ciertos riesgos eran monitoreados de forma empírica o informal, la complejidad del método tradicional dificultaba la identificación de tareas en paralelo y la trazabilidad de dependencias, junto con otros análisis. En contraste, la solución de Business Analytics simplifica significativamente la interpretación de la lógica del cronograma.

5 Conclusiones

Los resultados obtenidos durante el desarrollo y validación de la solución permiten concluir que la incorporación de herramientas de Business Analytics en el análisis de riesgos de la planificación de proyectos de ejecución en energías renovables genera una mejora significativa en la eficiencia del proceso de revisión. La solución desarrollada alcanzó una reducción del 88,17% en el tiempo destinado al análisis estructural de la planificación, manteniendo un 100% de efectividad en la identificación de las variables y condiciones de riesgo definidas, de acuerdo con la validación realizada por expertos.

Estos resultados permiten validar la hipótesis planteada, al demostrar que la incorporación de Business Analytics permite generar eficiencias mediante la reducción significativa de los tiempos requeridos para analizar información de planificación. La automatización y estandarización de actividades que anteriormente requerían revisión manual, cruce de información e interpretación de múltiples elementos permite realizar un diagnóstico estructural inicial de manera sistemática, identificando condiciones como ausencia de recursos, predecesoras o sucesoras, cuellos de botella y relaciones de paralelismo que pueden afectar el desempeño del proyecto.

Asimismo, la centralización y visualización integrada de la información reduce la fragmentación del análisis y facilita las iteraciones de revisión entre los distintos participantes del proyecto. La automatización de procesos asociados a la Estructura de Desglose de Costos (CBS) contribuye adicionalmente a disminuir actividades manuales y favorecer la consistencia y repetibilidad del proceso. De esta forma, la herramienta permite abordar tempranamente condiciones relacionadas con la estimación de recursos y plazos y con problemas de administración y organización, sin reemplazar el conocimiento experto, sino orientándolo hacia variables que requieren análisis técnico, estratégico y juicio profesional.

En consecuencia, la solución propuesta demuestra ser técnicamente viable y efectiva dentro del alcance de esta investigación, transformando una actividad predominantemente manual en un proceso más estructurado, sistemático y eficiente. La combinación de una reducción del 88,17% del tiempo de análisis y un 100% de efectividad validada por expertos evidencia que Business Analytics puede aportar valor concreto al análisis de riesgos de la planificación de proyectos de ejecución en energías renovables, permitiendo que los especialistas reduzcan el tiempo destinado a tareas de revisión estructural y concentren sus esfuerzos en la evaluación y toma de decisiones de mayor valor agregado.

6 Próximos pasos y trabajos futuros

A partir de los resultados obtenidos, se identifican diversas líneas de trabajo que permitirían evolucionar la solución desarrollada desde un mecanismo de diagnóstico estructural hacia una herramienta integral de apoyo al análisis y gestión de riesgos de proyectos. Los resultados alcanzados, particularmente la reducción del 88,17% en los tiempos de análisis y la validación de efectividad por parte de expertos, proporcionan una base para continuar desarrollando las capacidades analíticas de la solución.

- **Incorporación progresiva de nuevas variables de riesgo:** La solución actualmente permite abordar un conjunto definido de variables relacionadas con la estructura y lógica de la planificación. Como trabajo futuro, se propone ampliar este universo incorporando variables asociadas al alcance, costos, a recursos, dependencias, productividad, restricciones y comportamiento histórico de proyectos. Esta ampliación permitiría avanzar desde una revisión predominantemente estructural hacia un análisis multidimensional de riesgos.
- **Incorporación de modelos predictivos e Inteligencia Artificial:** Una vez consolidada una base histórica suficiente y confiable, se recomienda investigar la incorporación de técnicas de aprendizaje automático e Inteligencia Artificial para complementar las reglas actualmente definidas. Estos modelos podrían permitir estimar la probabilidad de ocurrencia de determinados riesgos, identificar patrones no evidentes mediante reglas tradicionales y priorizar las situaciones que requieran atención experta. Esta evolución debe realizarse manteniendo la trazabilidad de los resultados y considerando siempre la validación del experto como elemento fundamental del proceso de decisión.
- **Automatización y ampliación de las integraciones de datos:** Para maximizar el potencial de Business Analytics, será necesario avanzar en la integración automática con las principales fuentes de información utilizadas en la planificación y control de proyectos. La conexión mediante APIs y mecanismos de integración permitiría disminuir aún más las actividades manuales de preparación y consolidación de datos, aumentando la oportunidad y confiabilidad de los análisis.

En síntesis, el principal desafío futuro consiste en evolucionar desde una herramienta capaz de identificar y diagnosticar eficientemente condiciones de riesgo en la planificación, hacia una solución capaz de anticipar desviaciones y apoyar la toma de decisiones basada en evidencia. La estructura desarrollada en esta investigación constituye una base para dicha evolución, ya que permite combinar información estructurada, visualizaciones Business Analytics, reglas de análisis y conocimiento experto. La incorporación progresiva de información histórica, nuevas fuentes de datos y modelos predictivos podría ampliar significativamente el alcance de la solución y transformar el análisis de riesgos desde una actividad principalmente reactiva hacia un proceso preventivo y predictivo.

7 Agradecimientos

En primera instancia, quisiera agradecer a la universidad por presentar programas de desarrollo y contemplar en ellos a estudiantes de diferentes especialidades para ofrecerles una formación integral, permitiendo ampliar

su fuente de conocimiento y generando lazos estrechos con compañeros y profesores en una relación sólida y a largo plazo.

Quisiera agradecer a mi profesor guía, destaco en él su profesionalismo y la dedicación que mostró durante todo el periodo de desarrollo de esta tesina, además de su carisma y empatía para presentar situaciones y apoyar con una mirada criteriosa la correcta confección del documento. La constancia y responsabilidad con la que se tomó este papel me proporcionó una motivación adicional y una seguridad para seguir cada consejo y recomendación. Sin duda, es un gran profesional.

Dedico este estudio a mi familia, en especial a mi hija que ha vivido cada esfuerzo realizado para avanzar, no solo como profesional, sino que también como persona. Los caminos siempre te ofrecen oportunidades y las piedras que se encuentren en él, son sin duda la mejor fuente de conocimiento, es por ello por lo que mi hija ha sido una fuente que me proporciona fuerza infinita, ella junto a las personas que coinciden en cada uno de los caminos escogidos se transforman en personajes claves de apoyo.

Gracias.

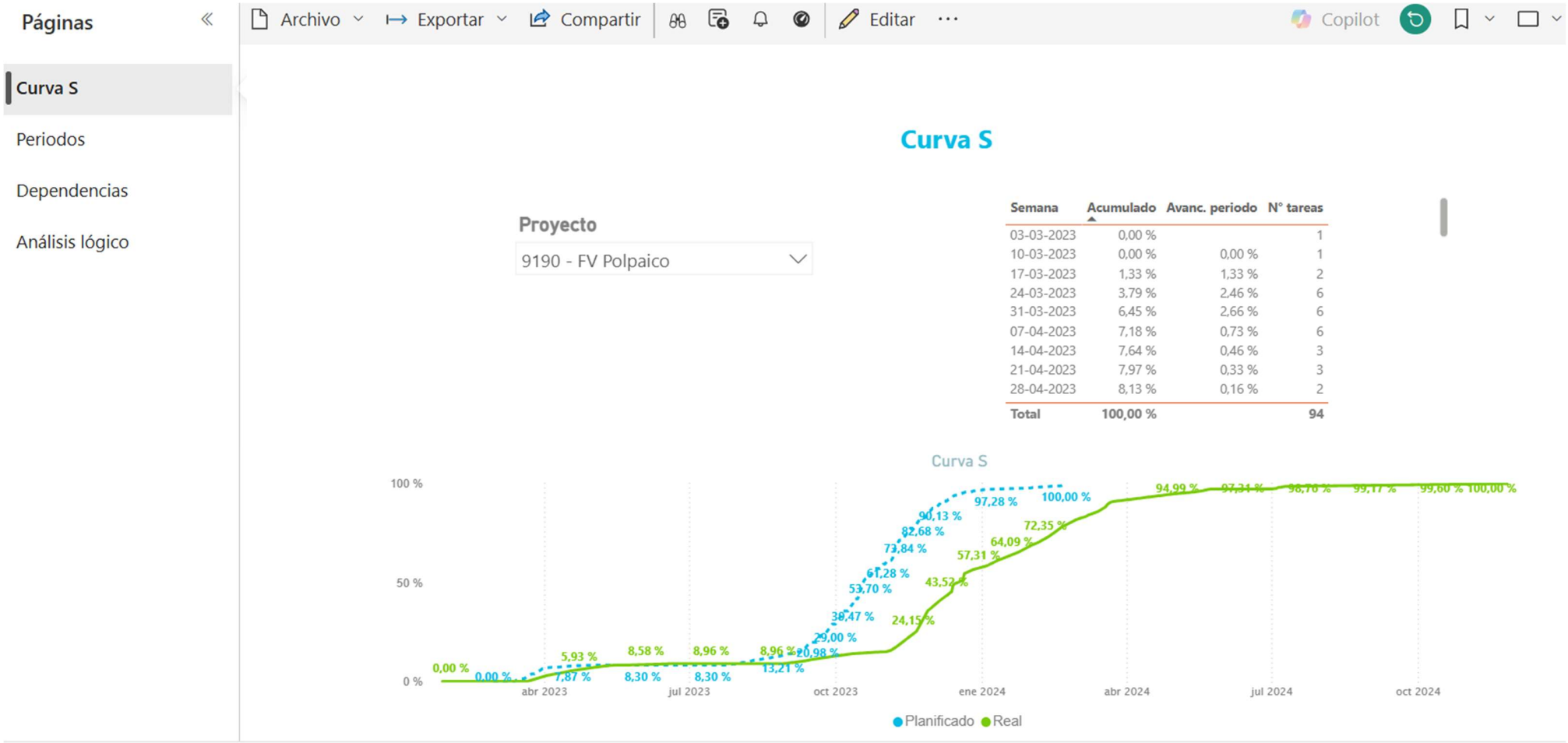
8 Referencias

[1] Investigation of Project Delays: Towards a Sustainable Construction Industry – Año 2023 https://www.mdpi.com/2071-1050/15/2/1457
[2] Analyzing Project Complexity, Its Dimensions and Their Impact on Project Success – Año 2023 https://www.researchgate.net/publication/373072019_Analyzing_Project_Complexity_Its_Dimensions_and_Their_Impact_on_Project_Success
[3] Índice de Transformación Digital (ITD) – Año 2023 https://www.ecommerceccs.cl/wp-content/uploads/2023/10/202310_ITD-Nacional_-Presentacion-E-commerce-Summit_2023.pdf
[4] A meta-analysis of critical causes of project delay using Spearman's rank and relative importance index integrated approach – Año 2021 https://cdnsciencepub.com/doi/full/10.1139/cjce-2020-0527
[5] Determinants of construction project delay and its effect on project beneficiaries – Año 2025 https://link.springer.com/article/10.1007/s44290-025-00163-6
[6] Building the digital age: management of digital transformation in the construction industry – Año 2024 https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01446193.2024.2416033
[7] Does Size Matter? - Exploring the Impact of Long Supply Chains and Interorganizational Relations on Workplace Safety in the Construction Industry – Año 2024 http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1879905/FULLTEXT01.pdf
[8] The Impact of Schedule Compression Techniques on Construction Project Timelines – Año 2025 https://www.sciencedirect.com/org/science/article/pii/S1874149525000027?utm
[9] Risk Analysis in Project Management - Año 2024 https://www.researchgate.net/publication/380293723_RISK_ANALYSIS_IN_PROJECT_MANAGEMENT
[10] Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos GUÍA DEL PMBOK – Año 2021 https://drive.usercontent.google.com/download?id=1KLCZeLAMcbktrdkyLsiF_Eh1KmQCn7f0&authuser=0&acrobatPromotionSource=GoogleDriveNativeView
[11] Predictive Monitoring of Resources Consumption in Project Management – Año 2024 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050924016041?utm
[12] A Customized Business Intelligence Dashboard Utilizing Building Information Modeling for Better Control and Management of Construction Projects – Año 2026 https://www.mdpi.com/2075-5309/16/7/1318?utm
[13] Big Data, Data Science, and Artificial Intelligence for Project Management in the Architecture, Engineering, and Construction Industry: A Systematic Review – Año 2023 https://www.mdpi.com/2075-5309/13/12/2944?utm
[14] The Origins and History of Earned Value Management – Año 2022 https://mosaicprojects.com.au/PDF_Papers/P207_EVM_History.pdf

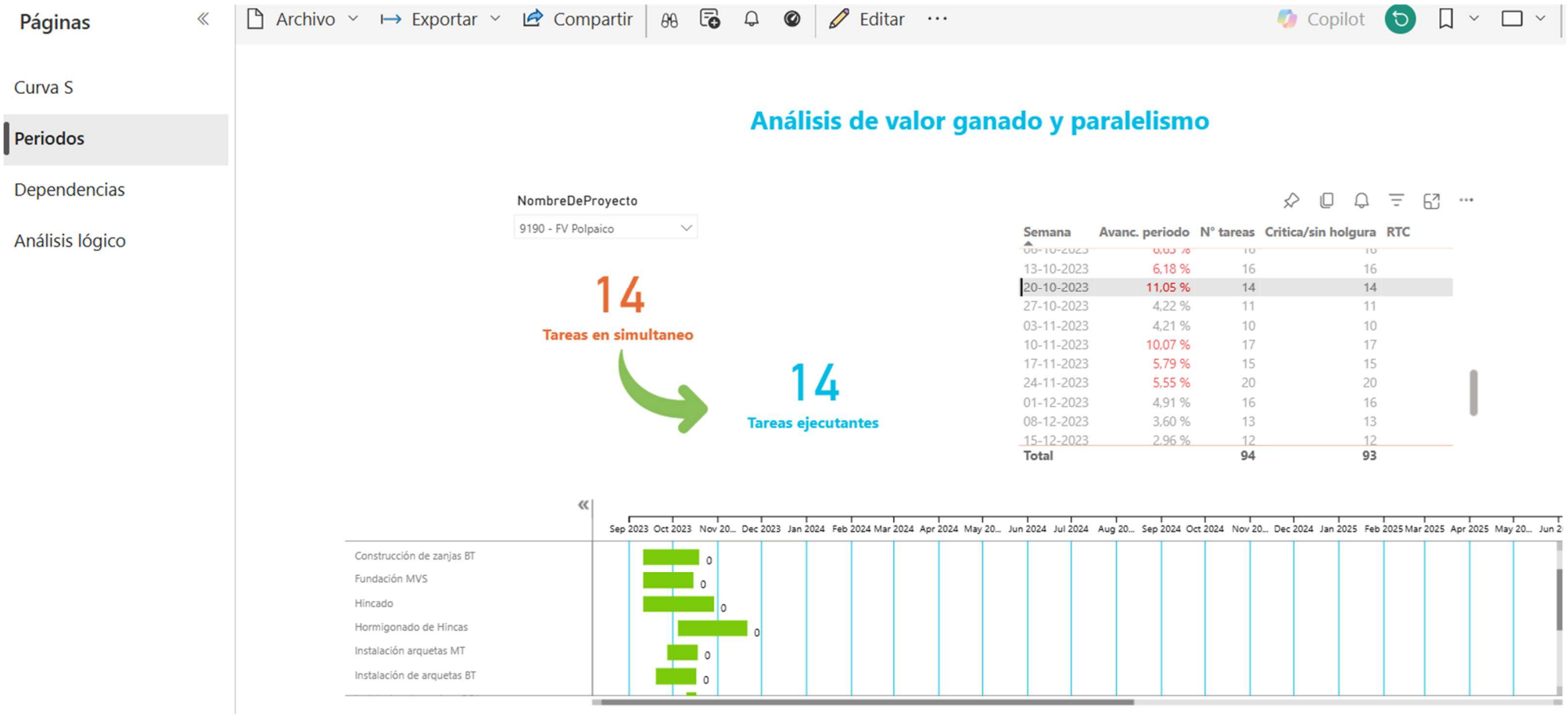
[15] A Systematic Review of Earned Value Management Methods for Monitoring and Control of Project Schedule Performance: An AHP Approach – Año 2022 https://www.mdpi.com/2071-1050/14/22/15259
[16] BIG DATA-DRIVEN Decision Making IN Project Management: A COMPARATIVE ANALYSIS – Año 2025 https://www.researchgate.net/publication/382538420_BIG_DATA-DRIVEN_DECISION_MAKING_IN_PROJECT_MANAGEMENT_A_COMPARATIVE_ANALYSIS
[17] "Pulse of the Profession" - Project Management Institute (PMI) – Año 2023 pmi-pulse-of-the-profession-2023-report.pdf
[18] WMG, Univ. of Warwick Barriers and Enablers of Project Data Analytics in Infrastructure Projects – Año 2022 https://majorprojects.org/wp-content/uploads/2023/01/WMG-Oakland-PDA-Barriers-Report.pdf?utm_source=chatgpt.com
[19] Inteligencia artificial en la gestión de proyectos: caso construcción y obra civil – Año 2024 https://epsir.net/index.php/epsir/article/download/1615/644/6175
[20] Deploying Bottleneck Management Strategies for Ameliorating Critical Delays in Building Construction Projects – Año 2024 https://www.mdpi.com/2079-8954/12/6/195
[21] Riesgo asumido por el paralelismo – Noviembre 2022 https://repository.udistrital.edu.co/bitstreams/a36590ba-715c-4f93-b1bb-b67a5ca6ea66/download
[22] Mastering Task Dependencies: 5 Real-World Project Management Examples – Año 2025 https://ones.com/blog/mastering-task-dependencies-project-management-examples/
[23] Learning and critiquing pairwise activity relationships for schedule quality control via deep learning-based natural language processing – Año 2022 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580521004878
[24] Ingesta de datos, Pipeline y ETL- Web: https://aitor-medrano.github.io/iabd/de/etl.html
[25] IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE MEDICIÓN Y CONTROL CON POWER BI EN OBRAS CIVILES – Año 2024https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/1a2ff9cf-0061-4a56-ab1f-0422fd6cad68
[26] 3 indicadores de Desempeño en base a los recursos – comportamiento de Molynor https://fastercapital.com/es/tema/simplificaci%C3%B3n-del-flujo-de-trabajo-y-eliminaci%C3%B3n-de-cuellos-de-botella.html/1
[27] Is your schedule correct? Common scheduling mistakes and how to avoid them – Año 2007 https://www.pmi.org/learning/library/common-scheduling-mistakes-avoid-7221?id=7221&utm

ANEXO 1: Herramienta Business Analytics “Análisis de riesgo en la planificación”

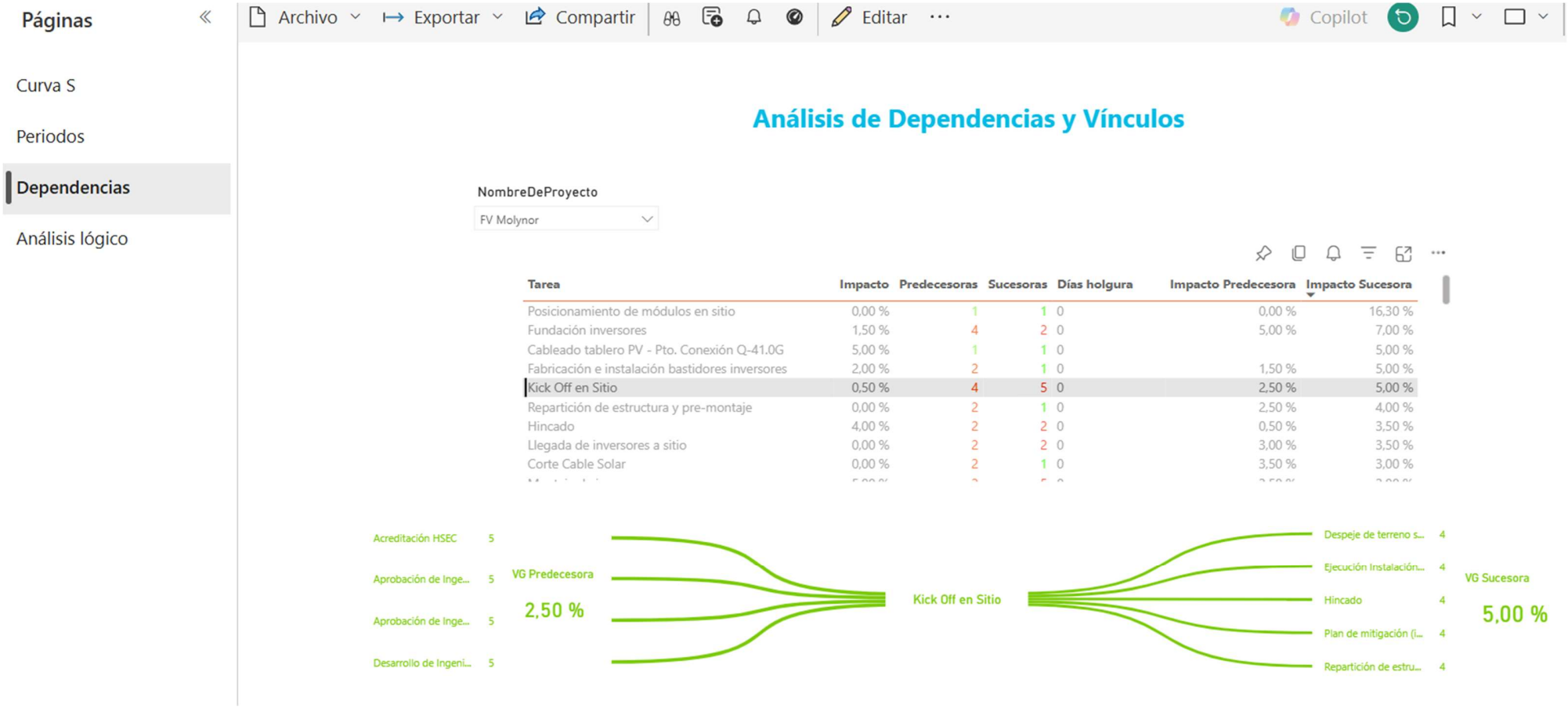
Página 1: Curva S



Página 2: Periodos



Página 3: Dependencias



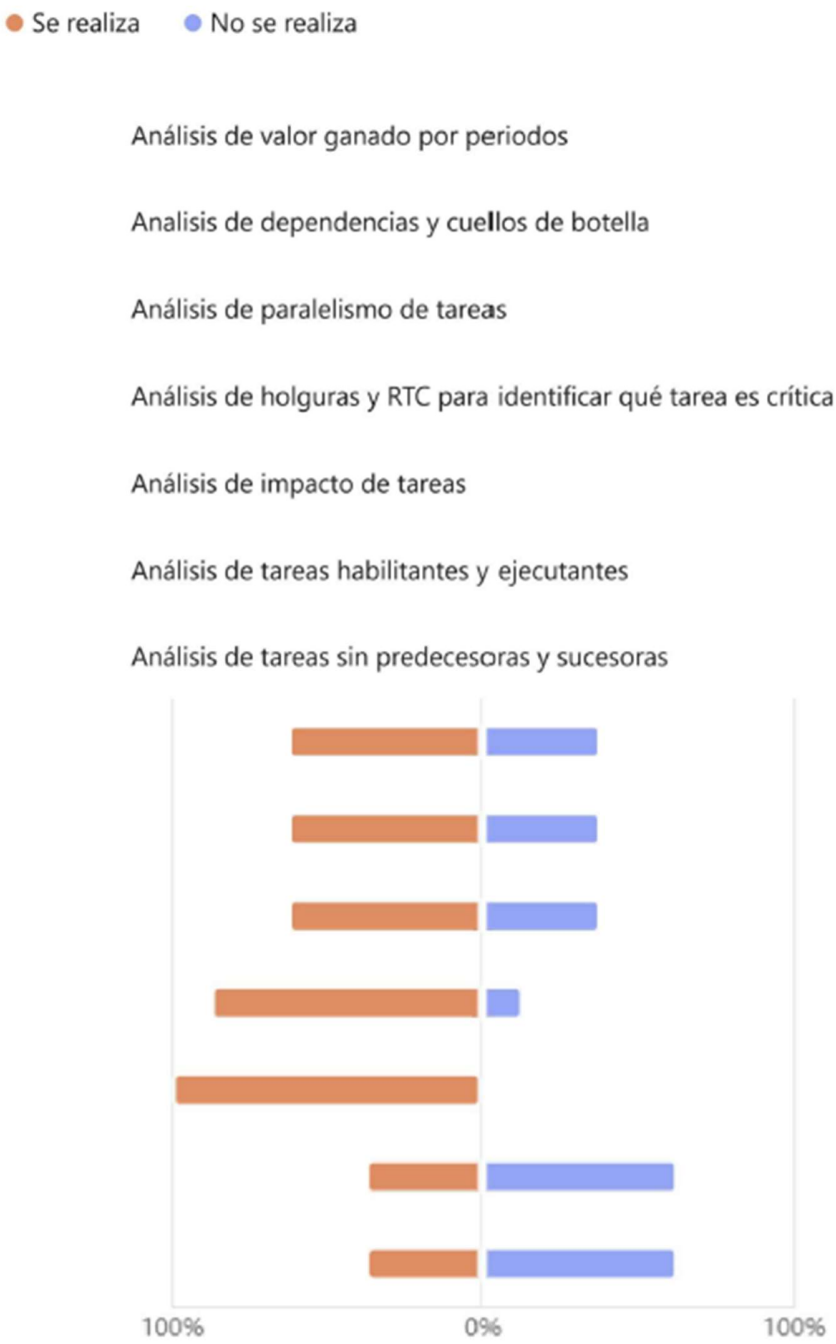
Página 4: Análisis Lógico



ANEXO 2: Resultados de la encuesta a expertos



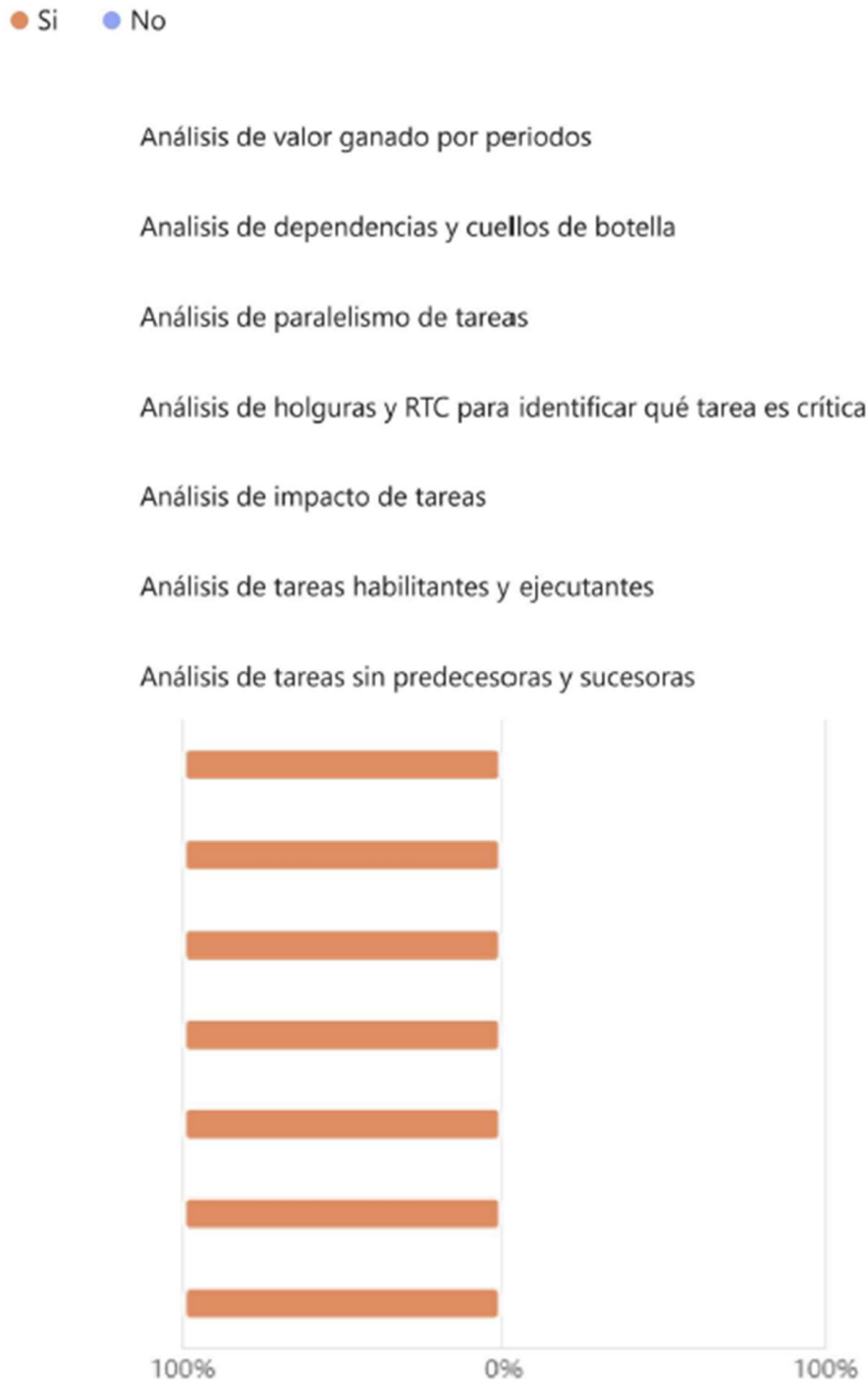
3. Identifica cuáles de las siguientes practicas se realizan actualmente al an alizar una planificación:



4. Identifica cual es el método de análisis al realizar una revisión de planific ación:



5. Evalúa si las visualizaciones de la herramienta son amigables y fáciles de entender con un Si/No:



6. ¿Crees que manteniendo una estructura WBS pueda mejorar el análisis, l a comparación y generación de una planificación?

13
Respuestas

Respuestas más recientes
"Sí, siempre que se trate de un proyecto co... "
"Si"
"genera una mejora sustancial en su aplicac..."
• • •

7. ¿Crees que la herramienta puede ser útil para tener una rápida visión e i nterpretación de la viabilidad de la planificación?

13
Respuestas

Respuestas más recientes
"Sí, muy útil."
"Si"
"sí , totalmente útil en el desarrollo de la pl... "
• • •

8. Valora la herramienta

5.00
Clasificación promedio



9. Observaciones, ¿Qué le agregarías o quitarías a esta herramienta de anál isis?

13
Respuestas

Respuestas más recientes

"Que pueda aplicarse a cualquier tipo de pr..."

"agregar la especialidad de las tareas que s... "

"agregar partidas en SDO"

...

ANEXO 3: Extracto estructura WBS/EDT en todos sus niveles de apertura – Programa MS Project

Id	Modo de tarea	Nivel de esquema	Resumen	EDT	Nombre de tarea
0		0	Sí	0	**WBS Proyecto Fotovoltaico**
1		1	Sí	1	**1 Etapa administrativa**
2		2	Sí	1.1	**1.1 KOM de organización**
3		3	No	1.1.1	1.1.1 KOM Cliente
4		3	No	1.1.2	1.1.2 KOM Interna
5		2	Sí	1.2	**1.2 Gestión administrativa proyecto**
6		3	No	1.2.1	1.2.1 Análisis del proyecto
7		3	No	1.2.2	1.2.2 Gestión documentos y apertura del proyecto
8		3	No	1.2.3	1.2.3 Planificación de proyecto
9		3	No	1.2.4	1.2.4 Desarrollo Plan de Calidad
10		3	No	1.2.5	1.2.5 Desarrollo Plan de SSOMA
11		2	No	1.3	1.3 Levantamientos de información
12		2	Sí	1.4	**1.4 Licitación**
13		3	No	1.4.1	1.4.1 Disposición bases técnicas suministros
14		3	No	1.4.2	1.4.2 Desarrollo de oferta por proveedor
15		3	No	1.4.3	1.4.3 Evaluación de ofertas
16		3	No	1.4.4	1.4.4 Adjudicación de proveedor
17		3	No	1.4.5	1.4.5 Licitación proveedores
18		3	No	1.4.6	1.4.6 Desarrollo de oferta por proveedor
19		3	No	1.4.7	1.4.7 Evaluación de ofertas
20		3	No	1.4.8	1.4.8 Adjudicación de proveedor
21		3	No	1.4.9	1.4.9 Gestión administrativa proveedor
22		2	Sí	1.5	**1.5 Acreditación**
23		3	No	1.5.1	1.5.1 Gestión documental Colbún
24		3	Sí	1.5.2	**1.5.2 Gestión documental proveedor - MO**
25		4	No	1.5.2.1	1.5.2.1 Acreditación Inicio de obras y Mov Tierra
26		4	No	1.5.2.2	1.5.2.2 Acreditación equipo civil
27		4	No	1.5.2.3	1.5.2.3 Acreditación equipo mecánico
28		4	No	1.5.2.4	1.5.2.4 Acreditación equipo eléctrico
29		4	No	1.5.2.5	1.5.2.5 Acreditación equipo control y com
30		4	No	1.5.2.6	1.5.2.6 Acreditación equipo CCTV
31		4	No	1.5.2.7	1.5.2.7 Acreditación equipo SCADA
32		4	No	1.5.2.8	1.5.2.8 Acreditación equipo comisionamiento y puesta en marcha
33		3	No	1.5.3	1.5.3 Habilitación con cliente
34		2	No	1.6	1.6 Fin etapa administrativa
35		1	Sí	2	**2 Estudios previos**
36		2	No	2.1	2.1 Estudios sobre techo
37		2	No	2.2	2.2 Estudios eléctricos
38		2	No	2.3	2.3 Permisología
39		2	No	2.4	2.4 Pruebas iniciales de estanqueidad
40		2	No	2.5	2.5 Topografía
41		1	Sí	3	**3 Ingeniería**
42		2	Sí	3.1	**3.1 Ingeniería basica**
43		3	No	3.1.1	3.1.1 Desarrollo ingeniería básica
44		3	No	3.1.2	3.1.2 Recepción y revisión de ingeniería básica
45		3	No	3.1.3	3.1.3 Entrega tota ingeniería básica a cliente
46		3	No	3.1.4	3.1.4 Aprobación ingeniería básica
47		2	Sí	3.2	**3.2 Ingeniería detalles**
48		3	Sí	3.2.1	**3.2.1 Desarrollo ingeniería de detalles**
49		4	No	3.2.1.1	3.2.1.1 Desarrollo paquete General
50		4	No	3.2.1.2	3.2.1.2 Desarrollo paquete Civil
51		4	No	3.2.1.3	3.2.1.3 Desarrollo paquete Mecanicos
52		4	No	3.2.1.4	3.2.1.4 Desarrollo paquete Electricos
53		4	No	3.2.1.5	3.2.1.5 Desarrollo paquete Control y COM
54		4	No	3.2.1.6	3.2.1.6 Desarrollo paquete CCTV
55		4	No	3.2.1.7	3.2.1.7 Desarrollo paquete SCADA
56		3	No	3.2.2	3.2.2 Recepción y revisión de ingeniería de detalles
57		3	No	3.2.3	3.2.3 Entrega total ingeniería de detalle
58		3	No	3.2.4	3.2.4 Aprobación ingeniería detalle
59		2	No	3.3	3.3 Fin del proceso ingeniería
60		1	Sí	4	**4 Adquisición de equipos y materiales**
61		2	Sí	4.1	**4.1 Compra de equipos principales**
62		3	No	4.1.1	4.1.1 Recepción de documentos
63		3	No	4.1.2	4.1.2 Fabricacion de equipos principales
64		3	No	4.1.3	4.1.3 Importación de equipos principales
65		3	No	4.1.4	4.1.4 Recepción interna de equipos
66		2	Sí	4.2	**4.2 Compra de materiales y confección de tableros**
67		3	No	4.2.1	4.2.1 Recepción interna de materiales criticos
68		3	No	4.2.2	4.2.2 Confección tablero fotovoltaico
69		3	No	4.2.3	4.2.3 Confección tableros de fuerza
70		3	No	4.2.4	4.2.4 Confección tablero de autoconsumo
71		2	No	4.3	4.3 Fin del proceso Abastecimiento de suministro
72		1	Sí	5	**5 Ejecución**
73		2	No	5.1	5.1 Ingreso a obra
74		2	No	5.2	5.2 Instalación de faena
75		2	Sí	5.3	**5.3 Actividades previas**
76		3	No	5.3.1	5.3.1 Limpieza de la zona

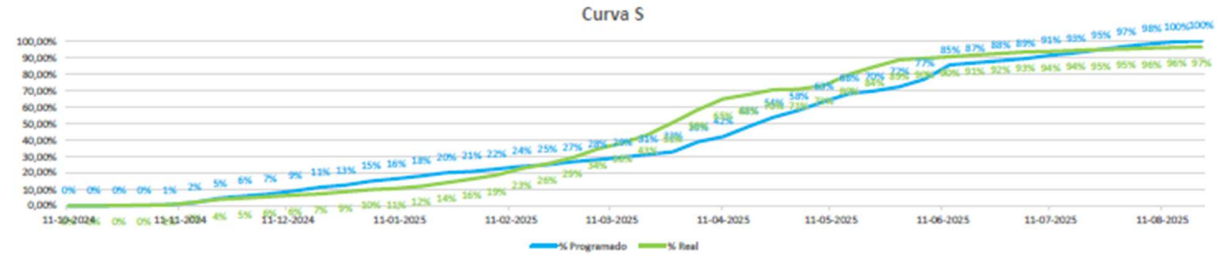


ANEXO 4: Extracto CBS - Distribución de costos automatizada

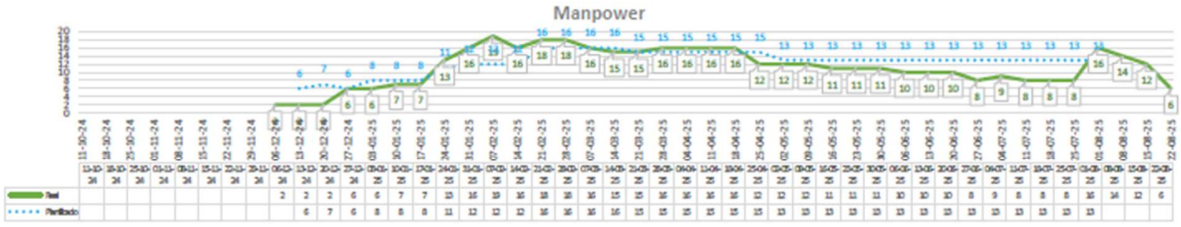
		Etapas	Ponderación	NºT	$	Tipo		Factor	T
ADM	1	Proceso administrativo	5,0%	10	$ 5	Habilitante			
EP	2	Estudios previos	5,0%	4	$ 13	Habilitante	MO	0	0
ING	3	Ingeniería	5,0%	10	$ 5	Habilitante	Maquinaria	0,5	1
AEM	4	Adquisicion de equipos y materiales	30,0%	16	$ 19	Habilitante			
EJC	5	Ejecucion	50,0%	30	$ 16	Ejecutora			
PEM	6	Puesta en marcha	2,0%	15	$ 1	Ejecutora			
CRT	7	Certificacion	2,0%	5	$ 4	Habilitante			
ADMC	8	Cierre	1,0%	3	$ 3	Cierre			
		Total		93					

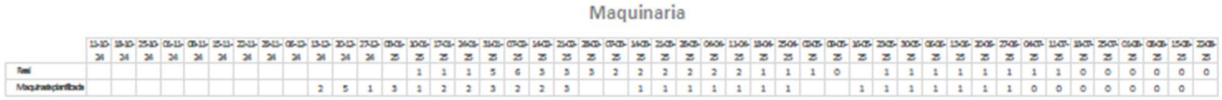
EDT	Nivel	Tipo	Etapa	Nombre de tarea	MO	Maq	% Peso	Costo
	0	Resumen		Proyecto FV Sobre Techo			100,0%	$ 1.000,00
1	1	Resumen	ADM	Firma de contrato Cliente				
	2	Tarea	ADM	Firma Documento Vinculante			0,5%	5,00
	2	Tarea	ADM	Adjudicación Contratista			0,5%	5,00
	2	Tarea	ADM	Kickoff Cliente			0,5%	5,00
	2	Tarea	ADM	Recepción de áreas entregadas por el Cliente (DS 594)			0,5%	5,00
2	1	Resumen	ADM	Proceso Administrativo				
	2	Tarea	ADM	Ejecución Programa de Calidad			0,5%	5,00
	2	Resumen	ADM	Acreditación SerCae				
	3	Tarea	ADM	Charla inducción IRL Colbún			0,5%	5,00
	3	Resumen	ADM	Validación documental por SerCae				
	4	Resumen	ADM	Empresa				
	5	Tarea	ADM	Revisión PTS (IIFF, izaje carga y descarga, trabajo en altura)			0,5%	5,00
	5	Tarea	ADM	Revisión MIPER			0,5%	5,00
	5	Tarea	ADM	Revisión documentos empresa			0,5%	5,00
	4	Resumen	ADM	Trabajadores				
	5	Tarea	ADM	Revisión documentos trabajador			0,5%	5,00
	4	Resumen	ADM	Maquinaria				
	2	Hito	ADM	Fin del proceso de acreditación				
3	1	Resumen	EP	Estudios previos				
	2	Tarea	EP	Visita inicial - Levantamiento de información			1,3%	12,50
	2	Tarea	EP	Recopilación de documentos			1,3%	12,50
	2	Tarea	EP	Solicitud F3			1,3%	12,50
	2	Tarea	EP	Respuesta F4			1,3%	12,50
4	1	Resumen	ING	Ingeniería				
	2	Tarea	ING	Estudios y Memorias			0,5%	5,00
	2	Resumen	ING	Ingeniería				
	3	Tarea	ING	Desarrollo Ingeniería			0,5%	5,00
	3	Tarea	ING	Revisión Colbún (RevA)			0,5%	5,00
	3	Tarea	ING	Revisión CEO Cursuma (RevA)			0,5%	5,00
	3	Tarea	ING	Corrección comentarios Ing. (RevA)			0,5%	5,00
	3	Tarea	ING	Revisión Colbún (RevB)			0,5%	5,00
	3	Tarea	ING	Revisión CEO Cursuma (RevB)			0,5%	5,00
	3	Tarea	ING	Corrección comentarios Ing. (RevB)			0,5%	5,00
	3	Tarea	ING	Aprobación Ing.			0,5%	5,00
	3	Tarea	ING	Aprobación CEO Cursuma			0,5%	5,00
	2	Hito	ING	Fin del proceso ingeniería				
5	1	Resumen	AEM	Compras y Suministros				
	2	Resumen	AEM	Compra de equipos principales				
	3	Tarea	AEM	OC Paneles			1,9%	18,75
	3	Tarea	AEM	OC Estructuras			1,9%	18,75
	3	Tarea	AEM	OC Inversores			1,9%	18,75
	2	Resumen	AEM	Logística Internacional				
	3	Tarea	AEM	Estructuras			1,9%	18,75
	3	Tarea	AEM	Paneles			1,9%	18,75
	3	Tarea	AEM	Inversores			1,9%	18,75
	2	Resumen	AEM	Recepción interna de equipos principales				
	3	Tarea	AEM	Estructuras			1,9%	18,75
	3	Tarea	AEM	Paneles			1,9%	18,75
	3	Tarea	AEM	Inversores			1,9%	18,75
	2	Resumen	AEM	Recepción en obra de equipos principales				
	3	Tarea	AEM	Estructuras			1,9%	18,75
	3	Tarea	AEM	Paneles			1,9%	18,75
	3	Tarea	AEM	Inversores			1,9%	18,75
	2	Resumen	AEM	Compra de materiales nacional				
	3	Tarea	AEM	Construcción escalera Gatera			1,9%	18,75
	3	Tarea	AEM	Elementos para fijación de estructura			1,9%	18,75

ANEXO 5: Extracto Informe de avance – Proyecto Molynor











ANEXO 6: Informe extraído desde MS Project para la generación de curva S

Tareas	Todos

Proceso de cálculo manual

			Datos					
Año	Trimestre	Semana	Costo presup	Costo	Costo real	%		Fecha
2026	T2	Semana 19	0	536,3	0	1,00%	1,00%	08-05-2026
		Semana 20	0	539,12	0	1,01%	2,01%	15-05-2026
		Semana 21	0	67,54	0	0,13%	2,13%	22-05-2026
		Semana 22	0	84,43	0	0,16%	2,29%	29-05-2026
		Semana 23	0	84,43	0	0,16%	2,45%	05-06-2026
		Semana 24	0	84,43	0	0,16%	2,60%	12-06-2026
		Semana 25	0	258,31	0	0,48%	3,09%	19-06-2026
		Semana 26	0	272,97	0	0,51%	3,59%	26-06-2026
		Semana 27	0	218,38	0	0,41%	4,00%	03-07-2026
	T3	Semana 28	0	1424,27	0	2,66%	6,66%	10-07-2026
		Semana 29	0	4206,69	0	7,84%	14,50%	17-07-2026
		Semana 30	0	1399,27	0	2,61%	17,11%	24-07-2026
		Semana 31	0	1255,13	0	2,34%	19,45%	31-07-2026
		Semana 32	0	1079,17	0	2,01%	21,46%	07-08-2026
		Semana 33	0	1063,69	0	1,98%	23,45%	14-08-2026
		Semana 34	0	1712,9	0	3,19%	26,64%	21-08-2026
		Semana 35	0	2452,49	0	4,57%	31,21%	28-08-2026
		Semana 36	0	1398,75	0	2,61%	33,82%	04-09-2026
		Semana 37	0	1802	0	3,36%	37,18%	11-09-2026
		Semana 38	0	4909,95	0	9,16%	46,34%	18-09-2026
		Semana 39	0	1967,73	0	3,67%	50,01%	25-09-2026
		Semana 40	0	4522,19	0	8,43%	58,44%	02-10-2026
	T4	Semana 41	0	3322,9	0	6,20%	64,63%	09-10-2026
		Semana 42	0	4120,27	0	7,68%	72,32%	16-10-2026
		Semana 43	0	4020,61	0	7,50%	79,81%	23-10-2026
		Semana 44	0	5688,08	0	10,61%	90,42%	30-10-2026
		Semana 45	0	2540,55	0	4,74%	95,16%	06-11-2026
		Semana 46	0	107,74	0	0,20%	95,36%	13-11-2026
		Semana 47	0	476,82	0	0,89%	96,25%	20-11-2026
		Semana 48	0	295,86	0	0,55%	96,80%	27-11-2026
		Semana 49	0	48,27	0	0,09%	96,89%	04-12-2026
		Semana 50	0	38,61	0	0,07%	96,96%	11-12-2026
		Semana 51	0	48,27	0	0,09%	97,05%	18-12-2026
		Semana 52	0	38,61	0	0,07%	97,12%	25-12-2026
		Semana 53	0	250,59	0	0,47%	97,59%	01-01-2027
2027	T1	Semana 53	0	0	0	0,00%	97,59%	01-01-2027
		Semana 1	0	60,33	0	0,11%	97,70%	08-01-2027
		Semana 2	0	60,33	0	0,11%	97,81%	15-01-2027
		Semana 3	0	60,33	0	0,11%	97,93%	22-01-2027
		Semana 4	0	368,35	0	0,69%	98,61%	29-01-2027
		Semana 5	0	374,68	0	0,70%	99,31%	05-02-2027
		Semana 6	0	368,71	0	0,69%	100,00%	12-02-2027
Total general			0	53630,05	0			