

# **Desarrollo de una propuesta de procesos de gestión para los proyectos en la empresa Grupo Constructora JDD Ltda.**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN**  
**CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**Desarrollo de una propuesta de procesos de gestión para los proyectos en la empresa**  
**Grupo Constructora JDD Ltda.**

Llevado a cabo por el estudiante:

Pereira Esquivel Jorman

Carné:

2014160017

Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador el Martes 30 de agosto de 2022 como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

En fe de lo anterior firman los siguientes integrantes del Tribunal evaluador:

GUSTAVO  
ADOLFO  
ROJAS MOYA  
(FIRMA)

Firmado digitalmente  
por GUSTAVO  
ADOLFO ROJAS  
MOYA (FIRMA)  
Fecha: 2022.09.01  
08:48:55 -06'00'

---

Ing. Gustavo Rojas Moya, MSc.  
Director de la Escuela

MILTON ANTONIO  
SANDOVAL  
QUIROS (FIRMA)

Firmado digitalmente por  
MILTON ANTONIO  
SANDOVAL QUIROS  
(FIRMA)  
Fecha: 2022.08.31 07:59:37  
-06'00'

---

Ing. Milton Sandoval Quirós, MBA  
Profesor Guía

MANUEL  
ANTONIO  
ALLAN ZUÑIGA  
(FIRMA)

Firmado digitalmente  
por MANUEL ANTONIO  
ALLAN ZUÑIGA (FIRMA)  
Fecha: 2022.08.31  
13:26:38 -06'00'

---

Ing. Manuel Alán Zúñiga, MGP  
Profesor Lector

MAURICIO  
ESTEBAN ARAYA  
RODRIGUEZ  
(FIRMA)

Firmado digitalmente  
por MAURICIO  
ESTEBAN ARAYA  
RODRIGUEZ (FIRMA)  
Fecha: 2022.08.31  
08:09:55 -06'00'

---

Ing. Mauricio Araya Rodríguez  
Profesor Observador



# Abstract

The following project is the result of an investigation on the problems of timely delivery of projects of the company Grupo Constructora JDD Ltda, which is a small company with an average of 20 workers, focused mainly on the construction of metal-mechanical structures for which a solution proposal was proposed to solve said problem.

Firstly, an investigation of the workers was carried out through a survey where the problems of the company were addressed to know the point of view of the workers themselves, as well as salary and work environment aspects. This research was complemented with the observations made during the execution of the project.

As part of this project, measurements of labor yields were made for activities carried out during the Alajuela FECOSA bus terminal project, these measurements were made in a workshop with the work team, in order to provide inputs for the calculation of project execution times.

The measurement of productivity was treated in this project, through the Five Minutes Rating methodology, in order to find activities that would cause loss of time that could be productive, in addition, to estimate the general productivity of the construction company.

In the results obtained in the investigation, problems were found in the planning, control and execution processes, so the proposed solution sought to improve the deficiencies found, ensuring that the problem was eliminated or reduced. This proposal recommended the hiring of a general manager, the standardization of company processes in the planning, control and execution stages, and the implementation of electronic equipment to control working time.

**Keywords:** Work motivation, labor performance, productivity, planning.

# Resumen

El siguiente proyecto es el resultado de una investigación sobre la problemática de entrega a tiempo de proyectos de la empresa Grupo Constructora JDD Ltda, la cual es una empresa pequeña con un promedio de 20 trabajadores, enfocada principalmente en la construcción de estructuras metal-mecánicas para lo cual se planteó una propuesta de solución que solventara dicha problemática.

Primeramente se realizó una investigación de los trabajadores mediante una encuesta en donde se abordó la problemática de la empresa para conocer el punto de vista de los propios trabajadores, además, aspectos salariales y de ambiente de trabajo. Esta investigación se complementó con las observaciones realizadas durante la ejecución del proyecto.

Como parte de este proyecto, se realizó mediciones de rendimientos de mano de obra a actividades ejecutadas durante el proyecto de la terminal de buses de Alajuela FECOSA, dichas mediciones fueron realizadas en taller con el equipo de trabajo, con el fin de aportar insumos para el cálculo de plazos de ejecución de proyectos.

La medición de productividad se trató en este proyecto, mediante la metodología Five Minutes Rating, con el fin de encontrar actividades que provocaran pérdidas de tiempo que podría ser productivo, además, para estimar una productividad general de la empresa constructora.

En los resultados obtenidos en la investigación se encontraron problemas en los procesos de planificación, control y ejecución, por lo que la propuesta de solución buscó mejorar las deficiencias encontradas, procurando que la problemática fuese eliminada o disminuida. En esta propuesta se recomendó la contratación un encargado general, la estandarización de procesos de la empresa en las etapas de planificación, control y ejecución, y la implementación de equipos electrónicos para control de tiempo laboral.

**Palabras clave:** Motivación laboral, rendimientos de mano de obra, productividad, planificación.

# **Desarrollo de propuesta para la gestión de proyectos en la empresa Grupo Constructora JDD Ltda.**

JORMAN PEREIRA ESQUIVEL

Proyecto final de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

**Julio del 2022**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN**

# Índice

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| Índice de figuras     | 2   |
| Índice de cuadros     | 4   |
| Resumen Ejecutivo     | 6   |
| Introducción          | 11  |
| Marco teórico         | 13  |
| Metodología           | 31  |
| Resultados y análisis | 37  |
| Conclusiones          | 94  |
| Recomendaciones       | 95  |
| Apéndices             | 98  |
| Anexos                | 115 |

# Índice de figuras

|     |                                                                                                          |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.  | Vista general de proyecto Terminal de buses de Alajuela FECOSA terminado desde el andén 2 . . . . .      | 10 |
| 2.  | Relación de eficiencia, efectividad y productividad. . . . .                                             | 17 |
| 3.  | Ejemplo de tabla para medición de Five minutes Rating. . . . .                                           | 18 |
| 4.  | El Triangulo de talentos del PMI. . . . .                                                                | 20 |
| 5.  | Pregunta 1 de encuesta a trabajadores de JDD. . . . .                                                    | 37 |
| 6.  | Pregunta 2 de encuesta a trabajadores de JDD. . . . .                                                    | 38 |
| 7.  | Pregunta 3 de encuesta a trabajadores de JDD. . . . .                                                    | 38 |
| 8.  | Pregunta 4 de encuesta a trabajadores de JDD. . . . .                                                    | 39 |
| 9.  | Pregunta 5 de encuesta a trabajadores de JDD. . . . .                                                    | 39 |
| 10. | Pregunta 6 de encuesta a trabajadores de JDD. . . . .                                                    | 40 |
| 11. | Pregunta 7 de encuesta a trabajadores de JDD. . . . .                                                    | 40 |
| 12. | Pregunta 8 de encuesta a trabajadores de JDD. . . . .                                                    | 41 |
| 13. | Pregunta 9 de encuesta a trabajadores de JDD. . . . .                                                    | 41 |
| 14. | Pregunta 10 de encuesta a trabajadores de JDD. . . . .                                                   | 42 |
| 15. | Pregunta 11 de encuesta a trabajadores de JDD. . . . .                                                   | 42 |
| 16. | Pregunta 12 de encuesta a trabajadores de JDD. . . . .                                                   | 43 |
| 17. | Pregunta 13 de encuesta a trabajadores de JDD. . . . .                                                   | 43 |
| 18. | Pregunta 14 de encuesta a trabajadores de JDD. . . . .                                                   | 44 |
| 19. | Pregunta 15 de encuesta a trabajadores de JDD. . . . .                                                   | 44 |
| 20. | Porcentaje de trabajos sin retrasos y con retrasos en los que han participado los entrevistados. . . . . | 47 |
| 21. | Diagrama de Ishikawa aplicado a la empresa Grupo Constructora JDD Ltda. . .                              | 49 |
| 22. | Diseño de sitio en taller de Grupo Constructora JDD Ltda. . . . .                                        | 51 |
| 23. | Diseño de sitio en Alajuela de Grupo Constructora JDD Ltda. . . . .                                      | 52 |
| 24. | Aplicación de removedor de pintura y producto utilizado. . . . .                                         | 53 |
| 25. | Corte de tubo de hierro estructural con esmeril. . . . .                                                 | 54 |
| 26. | Fondeo y resoldado del empalme de tubos de hierro. . . . .                                               | 56 |
| 27. | Pulido de empalme con esmeril y acabado final de tubo de hierro . . . . .                                | 58 |
| 28. | Soldadura de placas y tapas a tubo de hierro. . . . .                                                    | 59 |
| 29. | Aplicación de pintura minio con rodillo a tubos de hierro. . . . .                                       | 61 |
| 30. | Montaje de diagonal en la estructura de techo del andén 2. . . . .                                       | 63 |
| 31. | Limpieza y aplicación de pintura de clavadores tipo Z. . . . .                                           | 65 |
| 32. | Desempeño general en la actividad de limpieza y pintado de tubos de hierro. .                            | 71 |
| 33. | Desempeño general en la actividad de remoción de pintura en tubos de hierro.                             | 73 |
| 34. | Desempeño general en la actividad de soldadura de placas en tubos de hierro. .                           | 76 |
| 35. | Desempeño general en la actividad de limpieza y pintado de clavadores. . . . .                           | 79 |
| 36. | Productividad de la empresa Grupo Constructora JDD Ltda. . . . .                                         | 80 |
| 37. | Estructura organizacional actual de la empresa constructora. . . . .                                     | 82 |



|     |                                                                                |    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 38. | Estructura organizacional con propuesta para la empresa constructora. . . . .  | 82 |
| 39. | Ejemplo de Estructura de Descomposición del Trabajo. . . . .                   | 84 |
| 40. | Ejemplo de planificación con software MS Project®. . . . .                     | 86 |
| 41. | Ejemplo de metodología Kanban para proyectos de construcción . . . . .         | 87 |
| 42. | Ejemplo de tabla de control para proyectos parte 1. . . . .                    | 88 |
| 43. | Ejemplo de tabla de control para proyectos parte 2. . . . .                    | 89 |
| 44. | Equipo Acroprint 125 para control de entradas y salidas de personal. . . . .   | 92 |
| 45. | Aprobación de propuesta del representante legal de la empresa constructora . . | 93 |

# Índice de cuadros

|     |                                                                                                                                  |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.  | Tabla Resumen de Rendimientos Medidos en Grupo Constructora JDD Ltda. . .                                                        | 8  |
| 2.  | Clasificación según el porcentaje de productividad . . . . .                                                                     | 17 |
| 3.  | Factores aplicados en la encuesta sobre motivación laboral . . . . .                                                             | 32 |
| 4.  | Problemáticas mencionadas por los trabajadores . . . . .                                                                         | 46 |
| 5.  | Problemáticas detectadas durante la ejecución del proyecto en la empresa constructora. . . . .                                   | 48 |
| 6.  | Resultados de medición de rendimientos en Actividad remoción de pintura en tubos de hierro estructural . . . . .                 | 53 |
| 7.  | Rendimiento final de la Actividad remoción de pintura en tubos de hierro estructural . . . . .                                   | 54 |
| 8.  | Resultados de medición de rendimientos en Actividad corte de tubos de hierro estructural . . . . .                               | 55 |
| 9.  | Rendimiento final de la Actividad corte de tubos de hierro estructural . . . . .                                                 | 55 |
| 10. | Resultados de medición de rendimientos en Actividad empalme de tubos de hierro estructural . . . . .                             | 57 |
| 11. | Rendimiento final de la Actividad empalme de tubos de hierro estructural . . . . .                                               | 57 |
| 12. | Resultados de medición de rendimientos en Actividad pulido de empalme en tubos de hierro estructural . . . . .                   | 58 |
| 13. | Rendimiento final de la Actividad pulido de empalme en tubos de hierro estructural . . . . .                                     | 59 |
| 14. | Resultados de medición de rendimientos en Actividad soldadura de placas y tapas a tubos de hierro estructural . . . . .          | 60 |
| 15. | Rendimiento final de la Actividad soldadura de placas y tapas a tubos de hierro estructural . . . . .                            | 60 |
| 16. | Resultados de medición de rendimientos en Actividad limpieza y pintura de tubos de hierro estructural . . . . .                  | 62 |
| 17. | Rendimiento final de la Actividad limpieza y pintura de tubos de hierro estructural . . . . .                                    | 62 |
| 18. | Resultados de medición de rendimientos en Actividad instalación y apuntalado de tubo estructural en estructura elevada . . . . . | 64 |
| 19. | Rendimiento final de la Actividad instalación y apuntalado de tubo estructural en estructura elevada . . . . .                   | 64 |
| 20. | Resultados de medición de rendimientos en Actividad limpieza y pintura de clavadores tipo Z . . . . .                            | 66 |
| 21. | Rendimiento final de la Actividad limpieza y pintura de clavadores tipo Z . . . . .                                              | 66 |
| 22. | Tabla Resumen de Rendimientos Medidos en Grupo Constructora JDD Ltda. . .                                                        | 67 |
| 23. | Simbología usada para mediciones de Five minutes Rating. . . . .                                                                 | 68 |
| 24. | Medición Five minutes Rating en limpieza y pintura de tubos de hierro, primera parte. . . . .                                    | 69 |
| 25. | Medición Five minutes Rating en limpieza y pintura de tubos de hierro, segunda parte. . . . .                                    | 70 |

|     |                                                                                  |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 26. | Medición Five minutes Rating en remoción de pintura en tubos. . . . .            | 72 |
| 27. | Medición Five minutes Rating en soldadura de placas a tubos, primera parte. .    | 74 |
| 28. | Medición Five minutes Rating en soldadura de placas a tubos, segunda parte. .    | 75 |
| 29. | Medición Five minutes Rating en limpieza y pintura de clavadores, primera parte. | 77 |
| 30. | Medición Five minutes Rating en limpieza y pintura de clavadores, segunda parte. | 78 |
| 31. | Productividad General de la empresa Grupo Constructora JDD Ltda. . . . .         | 79 |

# Resumen Ejecutivo

La finalidad del presente proyecto es determinar las causas de la problemática que presenta la empresa Grupo Constructora JDD Ltda. la cual corresponde a atrasos en los plazos de entrega de proyectos, por lo que el objetivo general es desarrollar una propuesta para la gestión de proyectos de la empresa que propicie el cumplimiento de plazos de entrega en obras. Para cumplir este objetivo se plantea realizar una investigación sobre las causas por las cuales la empresa incurre en dichos atrasos para obtener un diagnóstico, también la estimación de rendimientos de mano de obra para la generación de insumos de información para la estimación de tiempos de actividades, para posteriormente desarrollar una propuesta de solución que atienda la problemática y finalmente implementar las medidas propuestas verificando su aplicación.

El factor motivacional es el primer tema a investigar en la empresa para lo cual se recurre a realizar una entrevista, ya que como se menciona en el Manual de las buenas prácticas para incrementar la productividad de procesos de construcción, “la fuente de información más directa y considerada más efectiva para determinar los factores que afectan la productividad es, preguntar directamente a los trabajadores sobre los problemas o condiciones que consideran que limitan o dificultan un buen desempeño” (Leandro, 2018), por lo que se aplica un cuestionario a cuatro de los trabajadores de la empresa, los cuales son las personas con más de un año de estar laborando para ella y pueden ofrecer con experiencia datos que ayudaran a identificar las causas del problema.

En el cuestionario primeramente se trata el tema motivacional, esto debido a que una baja motivación, afecta significativamente los rendimientos de los trabajadores, por lo que se trata temas salariales, relación con otros trabajadores y el propio dueño de la empresa. Los resultados motivacionales se muestran por medios gráficos, de manera que se pueda interpretar con mayor facilidad los resultados. Estos resultados no dan a conocer algún problema que pueda afectar la motivación de los trabajadores, al contrario, estos muestran estar muy satisfechos con el ambiente laboral en el que laboran.

En el mismo cuestionario, se busca por medio de preguntas directas sobre la problemática, algunas causas y, de ser posible, soluciones que los mismos entrevistados pudieran plantear para ser considerados en la propuesta de solución. Para complementar las causas del problema, se realiza un listado de las deficiencias que se identifican mediante la observación durante el tiempo que se labora en la empresa, estas causas identificadas concuerdan en su mayoría con las causas mencionadas por los mismo trabajadores.

Se realiza mediciones sobre los rendimientos de mano de obra de las actividades más comunes realizadas por la empresa, por medio de la medición directa, y las cuales se ejecutan durante el proyecto de la terminal de buses de Alajuela de la empresa FECOSA, en donde la empresa constructora en estudio labora como subcontratista de la empresa CONICO en el área

metal-mecánica. Del resultado de las mediciones se obtiene ocho rendimientos, mostrados en el Cuadro 1, que pueden ser aplicados en futuros proyectos en donde se presenten tareas con características similares a las empleadas en las mediciones, además de promover la creación de una base de datos la cual puede ser alimentada con distintas actividades que se vayan realizando en los proyectos. En este proceso, se descubre que la empresa constructora realiza sus cálculos de tiempo de ejecución por el total del proyecto y no por actividades, basándose en la experiencia o por peso total del proyecto, lo cual no es lo más recomendable, debido a los diferentes factores que puede presentar cada proyecto.

**Cuadro 1.** Tabla Resumen de Rendimientos Medidos en Grupo Constructora JDD Ltda.

| <b>Actividad</b>                                                         | <b>Personal</b>                          | <b>Equipo</b>                                  | <b>Rendimiento</b>                                         |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Remoción de pintura en tubos estructurales ced 40                        | 2 Ayudantes                              | -Removedor de pintura<br>-Brocha<br>-Trapos    | $0,108 \pm 0,011 (H.C/m^2)$<br>$m^2=\text{área a pintar}$  |
| Corte de tubo estructural ced 40                                         | 1 Operario<br>1 Ayudante                 | -Esmeril con disco de corte fino               | $0,148 \pm 0,045 (H.C/m)$<br>$m=\text{longitud de corte}$  |
| Empalme de tubo estructural ced 40 con soldadura                         | 1 Soldador<br>1 Ayudante                 | -Inversor 220<br>-Piqueta<br>-Cepillo metálico | $0,676 \pm 0,236 (H.C/m)$<br>$m=\text{longitud de cordón}$ |
| Pulido de cordón de soldadura de tubo estructural                        | 1 Ayudante                               | -Esmeril con disco de pulir                    | $0,876 \pm 0,132 (H.C/m)$<br>$m=\text{longitud de cordón}$ |
| Soldadura de placas a tubo estructural ced 40                            | 1 Soldador<br>1 Ayudante                 | -Inversor 220<br>-Piqueta<br>-Cepillo metálico | $0,171 \pm 0,050 (H.C/m)$<br>$m=\text{longitud de cordón}$ |
| Limpieza y aplicación de pintura a tubo estructural                      | 2 Ayudantes                              | -Thinner<br>-Trapos<br>-Rodillo<br>-Pintura    | $0,228 \pm 0,020 (H.C/m^2)$<br>$m^2=\text{área a pintar}$  |
| Montaje de tubo estructural con apuntalado a estructura a 3mts de altura | 2 Soldadores<br>1 Ayudante<br>1 Operario | -2 Inversores 220<br>-Manito<br>-Cuerda        | $0,230 \pm 0,059 (H.C/m)$<br>$m=\text{longitud de cordón}$ |
| Limpieza y pintura a clavadores tipo "Z"                                 | 2 Ayudantes                              | -Thinner<br>-Trapos<br>-Rodillo<br>-Pintura    | $0,055 \pm 0,007 (H.C/m^2)$<br>$m^2=\text{área a pintar}$  |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®

Para la medición de la productividad se emplea la metodología de Five Minutes Rating, este proceso tiene como fin encontrar actividades que consumen tiempo valioso de la empresa pero que no generan beneficios para esta, por lo cual se aplica a cuatro actividades, las cuales se ejecutan en el momento de estudio. La productividad de estas cuatro actividades se encuentran dentro del rango promedio de productividad (61 % al 80 %) por lo que la productividad general de la empresa constructora da un total del 70 %, y se determina que no hay actividades que

consuman tiempo valioso de la empresa o procesos poco eficientes.

A partir de los resultados, se plantea las causas del problema en un diagrama de Ishikawa y se encuentra que la verdadera problemática es una deficiencia en las etapas de planificación, control y ejecución, debido a procesos que no se están realizando en la empresa como la programación de actividades, lo que desencadena otros problemas dentro de la empresa, por lo que se recurre al juicio profesional por medio de consultas a cuatro profesionales del área de administración de empresas constructoras, y mediante la Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos PMbok (PMI, 2017), creando una propuesta factible para la empresa constructora.

La propuesta planteada consiste en tres partes, la primera es sobre la contratación de un encargado general, ya que esto ayudara a reducir el cuello de botella que se genera al tener que aprobarse y esperar a la solución de todos los procesos por medio del dueño de la empresa. La segunda parte es la estandarización de los procesos de gestión del alcance en proyectos, gestión de cronogramas y gestión de las comunicaciones. Por último, la tercera parte de la propuesta consiste en la implementación de equipos para el control de tiempos de los trabajadores, desde el ingreso y salida de la jornada laboral, hasta los tiempos de descanso durante la jornada laboral.

La propuesta es expuesta al dueño de la empresa, con todos los resultados obtenidos, la cual es aprobada para su aplicación en futuros proyectos, ya que a la fecha de culminación de este proyecto de graduación, no es posible corroborar que la propuesta fuese aplicada, incluso la implementación del equipo para el control de tiempos, ya que estos por sus altos costos, tenían que ser evaluados para su inversión.

La investigación no encuentra problemas relacionados a la motivación de los trabajadores, ni problemas de productividad, dado que esta se encuentra dentro del rango promedio de productividad, pero se identifica que la etapa de planificación, control y ejecución es deficiente, por lo que la propuesta planteada busca mejorar de manera eficiente dichas etapas. Se recomienda verificar la eficacia de esta propuesta en futuros proyectos, de manera que se pueda seguir mejorando hasta llegar a un nivel óptimo de trabajo de la empresa estudiada

Con este proyecto se busca resolver la problemática presentada por la empresa constructora, de manera que la imagen de la empresa sea restituida como una empresa comprometida y de cumplimiento con los objetivos de los proyectos a tiempo, además, el problema que enfrenta la empresa estudiada es un problema muy común en las empresas constructoras pequeñas en crecimiento, donde la delegación de actividades es un problema, por lo que servirá de guía para aquellas empresas y profesionales o estudiantes que se enfrenten a problemas similares.



**Figura 1.** Vista general de proyecto Terminal de buses de Alajuela FECOSA terminado desde el andén 2

Fuente: Autoría propia.



# Introducción

La empresa Grupo Constructora JDD Ltda. se enfoca en la de construcción de estructuras metal-mecánicas a nivel doméstico o a nivel industrial, siendo estas sus principales actividades, pero sin dejar de lado obra gris, infraestructura vial, mantenimiento, entre otras áreas que ofrecen como servicios de la construcción. Esta empresa cuenta con más de 20 años desde su fundación y desde entonces ha sido administrada por sus dueños, actualmente uno solo, el cual dirige la empresa con base a su experiencia para la administración de la misma. Con el pasar de los años la empresa ha ido creciendo y ejecutando trabajos con mayor dificultad, ejerciendo labores en todo el país, pero el área administrativa se ha ido quedando tal y como ha sido desde un inicio, a cargo del representante de la empresa. A partir de esto la empresa ha ido demostrando una deficiencia con el cumplimiento de plazos de entrega de proyectos lo que ha generado solicitudes de prórrogas, sobre costos, clientes indispuestos a trabajar con ellos, riesgo de multas, y como consecuencia una mala imagen hacia los clientes.

La empresa constructora cuenta con una estructura organizacional por proyectos, en donde toda la administración recae sobre el dueño de la empresa, con un promedio de 20 trabajadores y rotación constante del personal dependiendo de los proyectos que se estén ejecutando, esto la convierte en una empresa de tamaño pequeño según la clasificación de la CCSS, que debido a la cantidad de proyectos que ejecuta a la vez, y el distanciamiento entre estos, ha imposibilitado al dueño de la empresa hacer investigación sobre la problemática y atacarla. Para una empresa constructora, es de suma importancia administrar todas las actividades productivas, ya que como Serpell (2002) menciona, estas transforman los recursos en obras tangibles, en donde el ingeniero administra la función de operaciones, el cual es el responsable de la producción de bienes o servicios de una empresa. Por lo tanto, el ingeniero a cargo de la administración de una obra tomará decisiones críticas tanto en la planificación como en el día a día, que llevara al éxito la obra cumpliendo con los plazos establecidos.

Para poder corregir esta problemática se planteó como objetivo general desarrollar una propuesta para la gestión de proyectos de la empresa que propicie el cumplimiento de los plazos de entrega de esas obras, para lo cual se establecen los siguientes objetivos específicos a cumplir:

1. Investigar las causas por las cuales la empresa incurre en atrasos de avance en los proyectos para la obtención de un diagnóstico de la situación.
2. Estimar rendimientos de mano de obra en los proyectos para la generación de insumos o de información para la estimación de tiempos.
3. Desarrollar una propuesta de solución que atienda las problemáticas detectadas.
4. Implementar las medidas propuestas para la verificación de su aplicación.

A partir de este proyecto se buscó para la empresa Grupo Constructora JDD Ltda, una solución que beneficiara los resultados obtenidos en los futuros proyectos que se realicen, promoviendo una empresa que cumple sus compromisos, logra satisfacción en los clientes, a la vez que genera beneficios.

El alcance de este proyecto se describe a continuación.

- Se investigó la principal causa por la cual se daba la problemática, por lo que se trató los aspectos motivacionales de los trabajadores mediante entrevistas, cuyas respuestas fueron graficadas para una mejor interpretación. En estas entrevistas también se realizaron preguntas directas sobre las causas del problema, en esta investigación también se analiza los diseños de sitio, para lo cual se creó la distribución de taller y del sitio de proyecto en ejecución, todo esto con el fin de identificar deficiencias a tratar.
- Medición de rendimientos de mano de obra, para lo cual se propuso medirlos por el método de medición directa, esto para las actividades más comunes ejecutadas en taller durante el proyecto terminal de buses de Alajuela de FECOSA.
- Medición de la productividad mediante la metodología Five Minutes Rating, con el fin de encontrar actividades que provocaran perdidas de tiempo productivo, además de estimar una productividad general de la empresa.
- Con la causa de la problemática identificada, se planteó una solución con un conjunto de prácticas a aplicar en proyectos, además de la implementación de herramientas para mejorar el control y monitorio del avance en proyectos, que atienda el problema, solución que fue creada a partir de entrevistas con profesionales expertos en administración de proyectos de construcción e investigación de fuentes bibliográficas.

A continuación se mencionan las limitaciones que presentó este proyecto durante su ejecución.

- El cálculo de costos es un tema que no es abarcado en este proyecto a pesar de ser una parte fundamental en las etapas de concesión y planificación de un proyecto, esto debido a que dicho labor solo era ejecutado por el dueño de la empresa.
- La empresa constructora en el momento de estudio, presentaba dos proyectos, el primero ya mencionado en el cual se realizó los estudios, y un segundo que se encontraba en el área de Puerto Jiménez, este último no se estudió por su lejanía y por la necesidad de ayuda del dueño de la empresa con el proyecto de la terminal de buses.
- Las mediciones de rendimientos de mano de obra y de productividad, fueron realizadas principalmente en taller, debido a los tiempos de labor requeridos en este lugar, lo que dejó por fuera la medición de actividades que se llevaron en sitio.

- En el estudio de rendimientos de mano de obra cabe mencionar que las muestras tomadas fueron limitadas, esto debido a los tiempos requeridos para realizarlas y las necesidades que se presentaban en otras áreas durante el proyecto.
- La causa de la problemática encontrada, relacionada con el Cliente, la cual se menciona en el diagrama de Ishikawa, no fue tratada, debido a que son aspectos que maneja el cliente y solo pueden ser tratados durante la formación del contrato, estableciendo pautas que obligue al cumplimiento con los plazos establecidos de las tareas a cargo del cliente.
- Debido a la fecha de culminación del proyecto y por no haberse presentado un proyecto en específico en la empresa en el cual se pudiese aplicar la propuesta para su evaluación, no se pudo cumplir con el objetivo específico 4, quedando dicha propuesta solamente aceptada por el dueño de la empresa.

## Marco teórico

Debido a que la problemática presentada por la empresa, no cuenta con información referente a la causa de esta, se deben abarcar todas las áreas posibles que puedan afectar el resultado final de los proyectos, por lo tanto, primeramente se plantea la posibilidad de que la motivación de los trabajadores este influyendo en sus rendimientos, por lo que es importante conocer dicho estado de cada trabajador representativo. También es importante contemplar la posibilidad, que los rendimientos

### Motivación laboral

Cuando se habla de una empresa en general, se toma en cuenta el tamaño de esta, su estructura organizacional, sus productos o servicios, pero poco se habla de la motivación de los trabajadores para llevar a cabo los objetivos de la empresa. La motivación ocurre como consecuencia de una tensión en el organismo que provoca la aplicación de un esfuerzo por obtener una meta, lo que provoca un comportamiento de una forma definida (Ramírez, L. y M., 2008), por lo tanto un estado motivacional alto generara un mayor esfuerzo por conseguir las metas planteadas, mientras que en caso de haber una baja motivación entre los trabajadores, el esfuerzo invertido va a ser disminuido dando como resultado un bajo rendimiento. A lo largo del tiempo, se han realizado estudios para medir el nivel motivacional de las personas y se han planteado diferentes teorías, entre ellas se encuentra la teoría Bifactorial y la teoría de las Necesidades, las cuales fueron empleadas en este proyecto para su investigación

- **Teoría Bifactorial de Herzberg:**

Esta teoría considera que hay dos clases de factores que provocan satisfacción o insatisfacción laboral, estos son los factores motivacionales o de satisfacción, y los factores higiénicos o de insatisfacción, a lo cual Rivas (2018) menciona que el progreso, crecimiento, responsabilidad y logro se relaciona con el factor motivacional, el cual proporciona un impulso que conduce al trabajador a depositar su esfuerzo con el fin de alcanzar las metas, mientras que la supervisión, normas, relación con el jefe y compañeros, salario, prestaciones, seguridad, entre otras, están relacionadas con el factor higiénico, el cual, al no haber presencia de este factor o es inadecuado, hace que el trabajador se sienta insatisfecho, lo cual no asegura que genere la motivación necesaria para el cumplimiento de objetivos.

- **Teoría de las necesidades de McClelland:**

La teoría de McClelland establece que la mayoría de las necesidades de las personas son adquiridas en el medio con el que interactúan, por lo que habrán diferentes necesidades dependiendo en el medio que se encuentren. Hay tres factores motivadores, siendo el primero la necesidad de logro o realización, este se refiere a la fuerza que tienen los individuos para llegar al éxito en cada objetivo planteado, además de sobresalir en lo que hacen, aceptando la responsabilidad del éxito o del fracaso (Rivas, 2018). El segundo factor es la necesidad de poder, el cual se refiere al deseo de una persona de tener influencia sobre otras personas, obteniendo autoridad. El tercer factor es la necesidad de afiliación, este ultimo se refiere al deseo de la persona por tener relaciones interpersonales, desarrollando relaciones cordiales con otras.

## **Rendimiento**

En la ingeniería en construcción la mano de obra es uno de los factores fundamentales en el cálculo de productividad, y por ende estimación de tiempos para cada actividad, es a partir de esta que se debe estimar los tiempos para la ejecución de un proyecto y de esta manera construir un cronograma para la planificación de actividades. El concepto de rendimiento de mano de obra es definido como "la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferentes especialidades, por unidad de recurso humano" (Botero, 2002) en donde esta unidad de recurso humano puede ser una jornada laboral, horas, días e inclusive semanas o meses, la cual se expresa normalmente como um/HH (unidad de medida de la actividad por hora hombre).

Una empresa constructora que no conoce sus rendimientos de mano de obra, esta propensa a planificaciones erróneas donde a la estimación de las actividades se les asignen un tiempo de ejecución menor o mayor al real, exponiendo a la empresa a atrasos del trabajo o a costos más elevados de los reales, por lo que las ofertas que se realicen, pueden presentar estimaciones erróneas de recursos humanos a invertir para el proyecto. Por lo tanto, es de suma importancia

que se conozcan bien estos rendimientos por algún método de los siguientes:

- **La experiencia:** Una empresa con años realizando trabajos en una misma especialidad puede contar con el conocimiento para determinar cuanto tiempo le puede tomar realizar un trabajo en base a la cantidad de trabajadores asignados, equipos y materiales a utilizar, esto se basa en haber realizado trabajos similares en donde se pueda estimar con proximidad el tiempo que les puede tomar dicha actividad. Lo ideal en estos casos es contar con documentación detallada sobre proyectos similares, que evite entrar en suposiciones del profesional encargado de la planificación, por lo tanto puede llegar a ser una herramienta que ahorre tiempo, pero también puede generar conflictos futuros por estimaciones erróneas debido a suposiciones por no contar con documentaciones de los proyectos o experiencia suficiente.
- **Información documentada:** El uso de rendimientos a partir de información documentada puede ser más preciso si se emplea de manera correcta. El problema radica en la fuente de esta información, ya que estos rendimientos están propensos a muchos cambios por diferentes factores, como condiciones climáticas, tipo de personal empleado, ubicación, entre otros factores que de no tenerse en cuenta se puede incurrir en errores de estimaciones. Lo ideal es contar con documentaciones bien detalladas de diferentes proyectos realizados y hacer una ponderación por métodos estadísticos entre los datos de los proyectos similares para que disminuya la incertidumbre.
- **Medición directa:** Este método consiste en la medición en tiempo real de los trabajos para ir recopilando información para su uso futuro en trabajos similares, esto permite conocer directamente la capacidad de la empresa y los trabajadores. Este método es de mucha utilidad cuando la empresa se enfoca en trabajos específicos en donde siempre hay una similitud entre ellos que permita aplicar los mismos rendimientos medidos con anterioridad.

Los rendimientos de mano de obra son propensos a muchos cambios, dado que al ser un recurso humano presenta muchas dificultades para calcularlo, debido a que se obtendrán diferentes valores para cada actividad dependiendo del trabajador que lo este ejecutando, es por esto que cada empresa debe contar con sus propios rendimientos y en casos extremos emplear rendimientos de empresas cercanas con condiciones similares. Algunos factores que pueden afectar los rendimientos son:

- Clima.
- Forma de pago.
- Herramientas y equipo con el que cuenta la empresa.
- Capacitación del personal de trabajo.
- Incentivos de la empresa.

- Condiciones de trabajo.
- Materiales utilizados.
- Ubicación del proyecto.

Siendo el factor del clima uno de los más críticos, debido a que puede afectar el equipo empleado provocando que se requiera equipos especializados para terrenos lodosos, almacenamiento de materiales para evitar la corrosión, daño de materia prima, pintura aplicada a las estructuras en caso de tener que aplicarse en exteriores, y salud debido a enfermedades que puede contraer el funcional por variaciones del clima . De igual manera, la forma de pago tiene un impacto en el rendimiento de los trabajadores, ya que cuando se tiene una forma de pago por horas el rendimiento es menor, mientras que cuando se tiene una forma de pago por proyecto los trabajadores van a presentar un rendimiento mayor (Brenes, 2014).

Respecto al equipo utilizado, esto va a afectar en gran medida, ya que en la construcción de estructuras metálicas, la rapidez con la que se haga cortes, soldadura, pulido, limpieza de materiales, entre otros procedimientos requeridos, va a depender en gran medida del equipo que se este utilizando, siendo estos del todo manuales, o la utilización de equipos eléctricos que facilite dichos labores, de igual manera sucede con equipos viejos en comparación con equipos modernos con mayor rendimiento y utilidad.

La capacitación con la que cuente el equipo es otro factor que juega un rol importante en el rendimiento de una cuadrilla, un personal al cual hay que introducir para que aprenda a la utilización de equipo, o a realizar procedimientos nuevos, van a presentar un rendimiento más bajo que un personal que ya cuente con el conocimiento de técnicas, procedimientos e iniciativa. De igual manera los materiales empleados en una construcción van a ser determinantes en que tanto esfuerzo se debe invertir para tener las especificaciones y acabados requeridos por el cliente.

## Productividad

La productividad es definida como “una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado” (Serpell, 2002). Para que esta productividad se de, debe cumplirse una alta eficiencia y alta efectividad, ambos términos se tienden a confundir, pero la eficiencia se refiere a una buena utilización de los recursos con los que se cuenta, y la efectividad hace referencia al cumplimiento de metas establecidas, es decir, en una construcción dentro de sus metas se encuentran altos estándares de calidad, por lo que se debe presentar una alta eficacia para cumplir con dichas metas. En la figura 2 se ejemplifica por medio de cuadrantes las diferentes relaciones de eficacia y efectividad, donde el cuadrante superior derecho, es el deseado en toda empresa.



**Figura 2.** Relación de eficiencia, efectividad y productividad.  
Fuente: Serpell, 2002.

Una empresa constructora siempre buscará tener altos niveles de eficiencia y eficacia, lo que se traduce en una alta productividad, en el caso de la construcción, en comparación con otras industrias presenta una de las productividades más bajas, por lo que siempre el margen de mejora es amplio. En este caso, se tomará una productividad aceptable para la construcción de entre el 61 % y 80 %, tal como se indica en el Cuadro 2, estos porcentajes corresponden a una productividad promedio.

**Cuadro 2.** Clasificación según el porcentaje de productividad

| Clasificación de Productividad |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| Calificación                   | Rango de porcentaje |
| Muy bajo                       | 10 % a 40 %         |
| Bajo                           | 41 % a 60 %         |
| Promedio                       | 61 % a 80 %         |
| Buena                          | 81 % a 90 %         |
| Excelente                      | 91 % a 100 %        |

Fuente: Page, 1997

Existen varias metodologías para medir la productividad, en este caso la investigación se enfocará en la metodología de Five Minutes Rating, la cual como su nombre lo indica, se basa en una técnica de medición de productividad, en lapsos de 5 minutos, en los cuales se determina si en ese lapso, el tiempo fue productivo, es decir se realizó la tarea establecida, contributivo en caso de que ayudara a realizar una tarea, o no productivo en caso de no aportar nada a la tarea. A pesar de que la técnica se llama calificación de cinco minutos, dichos lapsos pueden ser definidos en función de la duración o complejidad del proceso constructivo (Rojas,

2021). Esta actividad se realiza por medio de tablas, como la mostrada en la figura 3, en donde el observador determina si el lapso de tiempo fue o no productivo, esto si más de la mitad del tiempo evaluado se realizó la tarea asignada o no, permitiendo a su vez identificar cuáles actividades están disminuyendo la productividad del equipo de trabajo, y poder eliminarlas o disminuir su impacto.

| Fecha       | Intervalos @5 min | Trabajo Productivo  |                     | Trabajo Contributivo | Trabajo no productivo |          |
|-------------|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|----------|
|             |                   | Aplicando removedor | Remoción de pintura | Transportando tubos  | Esperando             | Hablando |
| 22/2/2022   | 08:05 a.m.        |                     |                     |                      |                       |          |
|             | 08:10 a.m.        |                     |                     |                      |                       |          |
|             | 08:15 a.m.        |                     |                     |                      |                       |          |
|             | 08:20 a.m.        |                     |                     |                      |                       |          |
|             | 08:25 a.m.        |                     |                     |                      |                       |          |
|             | 08:30 a.m.        |                     |                     |                      |                       |          |
|             | 08:35 a.m.        |                     |                     |                      |                       |          |
|             | 08:40 a.m.        |                     |                     |                      |                       |          |
|             | 08:45 a.m.        |                     |                     |                      |                       |          |
|             | 08:50 a.m.        |                     |                     |                      |                       |          |
| Total (min) |                   | 0                   |                     | 0                    | 0                     |          |

**Figura 3.** Ejemplo de tabla para medición de Five minutes Rating.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

## Rol del director de proyecto

El trabajo de un director de proyecto consiste en ejercer el liderazgo sobre el equipo de trabajo para el cumplimiento de metas y objetivos, y este es seleccionado por la unidad ejecutora, viéndose involucrado desde el inicio (incluso desde la evaluación de proyectos), hasta el cierre del proyecto. Otro rol del director de proyecto es asumir la comunicación entre patrocinadores, equipo de trabajo e interesados, también debe orientar y dar una visión de éxito usando sus habilidades blandas para llegar a un consenso entre las metas conflictivas y contrapuestas de los interesados del proyecto (PMI, 2017). Entre las habilidades que debe tener un director de proyecto para la comunicación con interesados, equipo y patrocinadores, se encuentran las siguientes:

- Crear y hacer que se respeten los planes y programas de comunicación.
- Mantener una comunicación consistente.
- Comprender de la mejor manera posible las necesidades de comunicación de los interesados del proyecto.
- Informar todas las noticias, sean positivas o negativas.
- Habilitar canales de retroalimentación.



- Desarrollar relaciones interpersonales entre expertos en la materia y líderes influyentes.

El director de proyecto también debe mantener una interacción con otros directores de proyecto que permita tener una influencia positiva para resolver conflictos y necesidades, asegurándose que la dirección del proyecto vaya en línea con el programa establecido, para el cumplimiento de metas y objetivos. Para esto, el director de proyecto debe mantenerse actualizado y conocer las tendencias de la industria, de manera que aplique esta información nueva para tener una mejor influencia, por lo que debe estar informándose sobre lo siguiente:

- Desarrollo de tecnología y nuevos productos.
- Nuevos mercados.
- Estrategias para mejorar procesos.
- Herramientas de apoyo.
- Situación económica que pueda influir en el proyecto.

En la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (PMI, 2017), de ahora en adelante la guía PMbok, menciona que un director de proyecto debe contar con un equilibrio de tres habilidades, las cuales se muestran en la Figura 4 del triángulo de talentos del PMI (Project Management Institute). Donde la dirección técnica de proyectos refiere a los conocimiento, habilidades y comportamientos en la dirección de proyectos, programas y portafolios. El liderazgo son los conocimientos y habilidades para guiar, motivar y dirigir el equipo de trabajo, alcanzando las metas de la organización, y por último la gestión estratégica y de negocios, se refiere al conocimiento que permita mejorar el desempeño, y con esto mejores resultados de la empresa. A partir de estas tres habilidades, el director de proyecto debe encontrar un equilibrio de los tres conjuntos para lograr ser lo más eficaz.



**Figura 4.** El Triángulo de talentos del PMI.  
Fuente: PMI, 2017.

Para la dirección técnica de proyectos, el director de proyecto debe contar con técnicas y habilidades para esto, que le permita aplicar de manera eficaz dicho conocimiento para obtener los resultados esperados, entre estas habilidades se encuentran:

- Enfocarse en los elementos más críticos sobre dirección de proyecto para cada proyecto en específico, como cronogramas, informes financieros y registros de incidentes.
- Adaptar técnicas, herramientas y procesos, ya sean tradicionales o novedosos a cada proyecto.
- Elaborar planificaciones y priorizar con diligencia.
- Gestionar elementos del proyecto como los cronogramas, costos, recursos y riesgos.

La gestión estratégica y de negocios promueve la capacidad de ver el panorama de alto nivel de la organización y la capacidad de negociar e implementar medidas que sean eficaces a la hora de tomar decisiones y acciones, por lo que el director de proyecto debe ser capaz de:

- Explicar aspectos fundamentales del proyecto.
- Involucrar a interesados, equipo y profesionales de la materia para desarrollar un plan para la entrega del proyecto.

- Establecer una estrategia que maximice el valor del proyecto.

Las habilidades de liderazgo refieren a “la capacidad de guiar, motivar y dirigir un equipo. Estas habilidades pueden incluir la demostración de capacidades como negociación, resiliencia, comunicación, resolución de problemas, pensamiento crítico y habilidades personales” (PMI, 2017). Parte de su función es tratar con las personas para lo cual debe contar con cualidades como:

- Ser visionario.
- Ser optimista.
- Ser colaborativo.
- Manejar relaciones y conflictos.
- Ser comunicativo.
- Ser respetuoso, legal y ético.
- Reconoce el esfuerzo de los demás.
- Dar prioridad a las cosas más importantes.
- Ser crítico y promover el cambio.
- Tener capacidad de generar equipos de trabajo eficaces.

Un líder debe ser proactivo, además de esforzarse por adquirir el poder y autoridad que sea necesario dentro de los límites establecidos en la organización, y no esperar que este sea concedido, esto va de la mano con el estilo de líder que decida adoptar, esto en función de la preferencia personal, o la combinación de factores que crea conveniente para cada proyecto, pudiendo ser un líder auténtico, cortés, creativo, cultural, emocional, social, directivo, entre otras formas de líder que puede optar con el fin de lograr una sinergia con el equipo de trabajo.

## **Gestión del alcance del proyecto**

Gestionar el alcance del proyecto permite determinar el trabajo requerido, y solamente este con el fin de finalizar un proyecto con éxito, definiendo y controlando lo que se incluye y que no está incluido en este. Este alcance se puede referir a dos términos, siendo el primero el alcance del producto, este define las características y funciones de un producto, servicio o resultado, por otro lado, el alcance del proyecto, define el trabajo realizado para entregar un producto, servicio o resultado con las especificaciones dadas.

En la guía PMbok (PMI, 2017) se hace una diferenciación de enfoque en los ciclos de vida de los proyectos, la primera consiste en enfoques predictivos, donde los entregables son establecidos desde el principio del proyecto y los cambios son gestionados conforme va avanzando

el proyecto, es decir progresivamente, el otro enfoque es el adaptativo, donde los entregables son desarrollados mediante iteraciones, esto quiere decir que al inicio de una iteración el equipo de trabajo determina las prioridades de la lista de trabajos pendientes que se pueden entregar en la siguiente iteración, repitiendo tres pasos, recopilar requisitos, definir el alcance y crear un EDT (Estructura de descomposición del trabajo), por lo que los patrocinadores y representantes del cliente se deben involucrar constantemente para proporcionar información sobre los entregables a medida que son realizados, garantizando que la lista de pendientes cumpla con las necesidades, verificando y controlando el alcance. En el enfoque predictivo el proceso de recopilar requisitos, definir un alcance y crear un EDT se realiza al principio del proyecto y se actualiza cuando sea necesario mediante procesos formales de control de cambios, utilizando una base de comparación a la hora de validar y controlar el alcance.

El EDT crea una referencia de lo que será el entregable final, haciendo una descomposición jerárquica gráfica, donde los niveles más bajos representan paquetes de trabajo, con los que se realizan las estimaciones de costos, planificación y programación requerida para cada producto, permitiendo definir el proceso de ejecución del proyecto para cada fase.

Para la gestión del alcance del proyecto, la guía PMbok divide este proceso en seis subprocesos:

1. Planificar la gestión del alcance:

En este proceso se debe establecer un plan para gestionar el alcance del proyecto, quedando documentado cómo será definido, validado y controlado, obteniendo como resultado una guía para gestionar el alcance a todo lo largo del proyecto.

2. Recopilar requisitos:

Este proceso consiste en determinar, documentar y gestionar los requisitos y necesidades que presente el cliente con el fin de llevar al éxito el proyecto. A partir de este se puede establecer una base del alcance del proyecto, necesitando una alta participación por parte de los interesados para definir estos requisitos, siendo necesario su recopilación y análisis de manera detallada, que permita ser medidos una vez que inicia el proyecto.

3. Definir el alcance:

En este proceso se obtiene una descripción detallada de lo que será el proyecto o producto final, estableciendo los límites, resultados y criterios de aceptación. En el proceso de recopilación de requisitos, no siempre se pueden incluir todos los requisitos mencionados, por lo que en el proceso de definición de alcance se establecen los requisitos definitivos a partir de los recopilados.

4. Crear la Estructura de Descomposición del Trabajo:

Este es el proceso por el cual se subdivide un proyecto en entregables más pequeños que facilitan su manejo y comprensión, generando una guía jerárquica de los entregables para cumplir con los objetivos del proyecto, además, en este se define el alcance total del proyecto. En los niveles más bajos de un EDT se encuentran los paquetes de trabajo, donde se agrupan las actividades que serán programadas, estimadas y controladas. La creación del EDT se realiza mediante los siguientes pasos.

- a) Identificar el entregable final, mediante la revisión del alcance.
- b) Establecer los entregables principales, los cuales son los predecesores al entregable final.
- c) Descompones los entregables principales en acciones detalladas para poder llevarse a cabo.
- d) Revisión del EDT con los interesados, hasta lograr la validación por ambas partes realizando los ajustes necesarios.

#### 5. Validar el Alcance:

Este proceso es la formalización de la aceptación de los entregables que se hayan completado, esto aumenta la probabilidad de que el trabajo final sea aceptado con éxito, dado a que se ha ido verificando y corrigiendo, de ser el caso, cada entregable. Este procedimiento se realiza en conjunto al cliente o patrocinador de manera que se obtenga una aceptación formal de cada etapa establecida.

#### 6. Controlar el alcance:

Por medio de este proceso se monitorea el alcance del proyecto, de manera que se verifique que se sigue la línea base, y en caso de que no se cumpla esto, se gestione los cambios correspondientes para corregir la trayectoria del proyecto, esto se debe realizar a lo largo de la vida del proyecto. El control del alcance permite que todos los cambios solicitados o acciones correctivas puedan ser analizadas y verificadas en función al impacto que producen en la línea base, esto evita que se produzca una expansión incontrolada del alcance del proyecto, lo que puede provocar un aumento de tiempo, costos y recursos.

## Gestión del cronograma del proyecto

El cronograma del proyecto es un plan donde se establece el modo y el momento en el que se realizan los entregables del proyecto, los cuales fueron definidos en el alcance, “esta sirve como herramienta para la comunicación, la gestión de las expectativas de los interesados y como base para informar el desempeño” (PMI, 2017). El equipo de dirección es el responsable de establecer las rutas críticas, plazos de ejecución de actividades, fechas de entrega, recursos

asignados, dependencias y restricciones, todo esto en modelos de planificación para obtener un cronograma detallado. La guía PMbok destaca dos prácticas para los métodos de programación.

1. Programación iterativa con trabajo pendiente:

Es una forma de planificación gradual, donde los requisitos se documentan para ser priorizados y refinados antes de la construcción, es el método más común empleado, debido a que ofrece un valor incremental al cliente y también permite desarrollar varias características a la vez cuando tienen pocas dependencias entre ellas.

2. Programación a demanda:

Esta programación no depende de un cronograma elaborado previamente para el desarrollo de un proyecto, más bien, demanda trabajo pendiente una vez que se dispone de los recursos. Este método se emplea a menudo cuando se desarrolla el producto de manera incremental en donde las actividades se pueden realizar de manera similar en tamaño y alcance.

Para la gestión del cronograma del proyecto, también se debe considerar varios factores que determinan de qué manera se debe realizar. La guía PMbok establece 4 factores que se mencionan a continuación.

1. El enfoque del ciclo de vida: Cúal enfoque es el más adecuado que permita un cronograma más detallado.
2. Disponibilidad de recursos: Cúales factores influyen en la duración, como lo es los recursos disponibles y productividad.
3. Dimensiones del proyecto: Cómo es afectado el control deseado a causa de la complejidad, la tecnología, nuevos productos y control sobre el proyecto.
4. Apoyo tecnológico: La manera en que se desarrolla, registra, transmite y almacena la información del modelo del cronograma.

Basándose en la guía PMbok, la gestión del cronograma del proyecto se puede realizar en seis etapas listadas a continuación.

1. Planificar la gestión del cronograma.

En este proceso se establece políticas, procedimientos y documentación para planificar, desarrollar, ejecutar y controlar el cronograma, de manera que se establece un procedimiento para la gestión del cronograma a lo largo del proyecto.

## 2. Definir las actividades.

En este proceso se identifican y documentan las tareas o actividades específicas que se deben realizar para cada entregable del proyecto, descomponiendo los paquetes de trabajo en actividades, sirviendo estos como una base para el cálculo de tiempo, programación, ejecución y control del proyecto.

## 3. Secuenciar las actividades.

Identificadas las actividades, se debe identificar las relaciones entre estas, y su secuencia lógica de manera que permita ejecutarlas sin choques con otras actividades o bien, de manera que se pueda programar de manera eficiente cada actividad y de ser posible ejecutar actividades simultáneamente, maximizando la eficiencia. La secuencia de las actividades debe ser realista y de ser posible permitir adelantos o retrasos en las actividades sin afectar la ruta crítica o tener el menor impacto posible.

## 4. Estimar la duración de las actividades

En esta etapa se estima los periodos necesarios para finalizar cada actividad de manera individual, con los recursos asignados, esto mediante la información obtenida en la gestión del alcance del trabajo, los tipos de recursos, habilidades, cantidad de recursos y el calendario. Este proceso se vuelve más preciso conforme se obtiene más datos detallados sobre el trabajo y diseño del proyecto, para esto se tiene tres métodos de estimación de actividades.

- a) Estimación Análoga: Este método utiliza datos históricos para estimar la duración o costo de proyectos similares, utilizando la duración real de proyectos realizados con características similares.
- b) Estimación paramétrica: Este método utiliza un algoritmo para calcular la duración en función de datos históricos y parámetros del proyecto, esto se logra multiplicando la cantidad de trabajo a realizar por el rendimiento, logrando mayor exactitud, según sea la cantidad de datos con los que se cuente.
- c) Estimación basada en tres valores: Este método se emplea cuando se cuenta con un único valor, el cual puede mejorarse teniendo en cuenta la incertidumbre de la actividad, es decir se va a tener el valor más probable ( $tM$ ), el optimista ( $tO$ ), el cual es el escenario con las mejores condiciones posibles, y el pesimista ( $tP$ ), el cual representa el peor escenario posible. En función de estos tres valores se puede calcular la duración esperada ( $tE$ ) con la ecuación 1.

$$tE = \frac{tO + tM + tP}{3} \quad (1)$$

## 5. Desarrollar el cronograma.

En este proceso se analiza las secuencias, duraciones, recursos necesarios y restricciones que pueda presentar el cronograma con el fin de crear un modelo que sirva como guía para ejecutar y controlar el proyecto, de manera que se tome como línea base para comparar el avance del proyecto y se logre completar las actividades en las fechas planificadas. Desarrollar un cronograma está sujeto a cambios hasta dar con la aprobación sobre la estimación de la duración y los recursos. La guía Pmbok establece tres pasos claves en la elaboración del cronograma.

- a) Definición de hitos del proyecto.
- b) Identificación y secuencia de actividades.
- c) Estimación de duraciones.

En un cronograma es importante contemplar reservas de tiempo, esto con el fin de disminuir la probabilidad de un atraso cuando varias actividades convergen, o divergen en un momento dado, evitando que si una actividad se ve afectada, las otras también se vean afectadas. También se debe analizar la ruta crítica (duración mínima que puede tener un proyecto) y detectar si hay actividades de alto riesgo que puedan requerir el uso de tiempos de reserva, con el objetivo de tener un plan de contingencia para disminuir. Es importante mantener un equilibrio en la demanda de recursos y la oferta disponible, manteniendo una utilización de los recursos de manera constante.

## 6. Controlar el cronograma.

Controlar el cronograma consiste en el monitoreo del estado del proyecto, actualizando el cronograma y realizando cambios en caso de necesitarlo, manteniendo la línea base de este para evitar atrasos en el proyecto, para esto se requiere conocimiento sobre el desempeño real a la fecha. Basándose en la guía PMbok (PMI, 2017), para controlar un cronograma se requiere de:

- Determinar el estado actual del cronograma mediante la comparación de la cantidad de trabajo entregado y aceptado con respecto a las estimaciones de trabajo realizadas a la fecha en el cronograma.
- Realizar revisiones periódicas que permita el aprendizaje de lecciones para corregir y mejorar procesos.
- Priorizar el trabajo que está pendiente.
- Determinar si ha habido cambios en el cronograma y gestionarlos conforme van sucediendo.

## Gestión de las comunicaciones del proyecto

La gestión de la comunicación en proyectos son todos los procesos requeridos para asegurar un intercambio de información eficaz de los interesados y los miembros de la empresa



constructora, desde los altos mandos, hasta los puestos más bajos, ya sea de forma escrita, oral, formales o informales, a través de gestos o medios. Para esto se debe primeramente crear una estrategia de comunicación que satisfaga las necesidades del proyecto y de los interesados, posteriormente se desarrolla un plan de gestión de comunicación que transmita con éxito la información requerida a todas las partes en sus diversos formatos y medios establecidos, para finalmente monitorear los canales de comunicación y su información transmitida. La guía PMBok (PMI, 2017) menciona cuatro prácticas emergentes en la gestión de la comunicación.

1. Inclusión de interesados en la revisión del proyecto: En el proyecto se debe incluir individuos, grupos, y organizaciones que se hayan identificado como fundamentales para la entrega con éxito de objetivos y resultados organizacionales, lo que requiere de revisiones periódicas con la comunidad y adaptarse a los miembros y actitudes.
2. Inclusión de interesados en las reuniones del proyecto: Se deben incluir interesados externos al proyecto cuando sea necesario, realizando pequeñas reuniones diarias en donde se comunique los logros e incidentes ocurridos el día anterior, además de comunicar los planes para el día actual de trabajo.
3. Mayor uso de la computación social: La computación ha cambiado la manera en la que se realizan los negocios hoy en día, permitiendo incorporar diferentes enfoques y establecer relaciones para dar a conocer los intereses y actividades de las personas, lo que ha permitido a través de medios sociales el intercambio de información.
4. Enfoques multifacéticos de la comunicación: La gran variedad de canales de comunicación, permite adoptar la tecnología necesaria respetando las preferencias de todos los involucrados ya sea por diferencias generacionales o culturales, permitiendo incluir medios sociales o otras tecnologías informáticas.

En cuanto a las etapas para la gestión de la planificación, la guía PMBok (PMI, 2017) establece tres etapas.

1. Planificar la gestión de las comunicaciones.

Este proceso consiste en el desarrollar un plan que permita una comunicación adecuada en el proyecto, atendiendo las necesidades de este y de los interesados, la ventaja de contar con este plan es que se crea un documento donde se establece y permite a los interesados una manera eficaz de comunicación relevante. Este plan se debe desarrollar al inicio del proyecto y ser revisado periódicamente, para detectar necesidades de mejoramiento, además se debe establecer una forma de almacenamiento de la información del proyecto.

El método empleado para la transferencia de información va a depender de diversos factores, como es la urgencia de la necesidad de información, disponibilidad de tecnología,

facilidad de uso, el entorno del proyecto y la sensibilidad o confidencialidad de la información como políticas de la empresa para proteger información privilegiada. En base a esto un buen plan de gestionamiento de la comunicación debería contener lo siguiente.

- Requisitos de comunicación de los interesados.
- Información a comunicar, incluyendo el formato y nivel de detalle.
- Procesos de escalonamiento.
- Motivo de la información.
- Frecuencia de la distribución de la información, y plazos para respuestas.
- Persona encargada de comunicar la información.
- Persona que se encargue de autorizar información confidencial.
- Personas o grupos que van a recibir la información.
- Recursos que se van a asignar para la comunicación.
- Procedimiento para actualizar el plan de gestión de la comunicación.
- Restricciones de la tecnología o políticas de la organización.

## 2. Gestionar las comunicaciones.

En este proceso se debe garantizar que haya una adecuada recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, monitoreo y disposición final de la información que se tenga que transmitir durante el proyecto, de manera que haya un flujo de información entre el equipo de trabajo y los interesados, pero también debe ser lo suficientemente flexible con las actividades de comunicación, de manera que permita modificaciones o ajustes a los métodos utilizados de ser necesario.

Este proceso también debe ofrecer oportunidades a los interesados de realizar solicitudes de información y aclaraciones, para lograr esto, la guía PMbok (PMI, 2017) menciona varias técnicas para una gestión adecuada.

- Modelo emisor-receptor: Ofrece ciclos de retroalimentación, lo que permite interactuar y eliminar las barreras que dificulten una comunicación eficaz.
- Elección de los medios: La selección de una aplicación de técnicas de comunicación con el fin de satisfacer las necesidades de comunicación del proyecto, por ejemplo, cuándo se debe hacer una comunicación escrita u oral, cuándo hacer un memorando informal o formal, entre otras.
- Estilo de redacción: Estructuración de oraciones, selección de palabras y un apropiado uso de voz activa o pasiva, son parte del cómo se debe transmitir la información.
- Gestión de reuniones: Se debe programar e invitar a los participantes asegurándose de su asistencia, para abordar conflictos.

- Presentaciones: La forma de expresarse debe coincidir con el diseño de las ayudas visuales.
- Facilitación: Generar un consenso, superar obstáculos, y mantener el interés entre los miembros.
- Escuchar de forma activa: Captar, aclarar, confirmar y eliminar barreras que afecten negativamente.

La generación de informes es esencial para recopilar y distribuir información del proyecto entre los grupos interesados, el formato de estos puede ser desde una comunicación sencilla hasta más elaborados, generalmente con el fin de informar sobre el desempeño del trabajo realizado.

### 3. Monitorear las comunicaciones.

Este proceso consiste en asegurarse que se solucione las necesidades de información del proyecto y sus interesados tal y como se había establecido en el proceso de planeamiento, determinando si los objetos y actividades planeadas tuvieron el efecto de aumentar o mantener el apoyo de los interesados y los resultados esperados. Para poder verificar esto se pueden emplear diferentes medios, como lo son las encuestas de satisfacción, recopilación de lecciones aprendidas, observaciones del equipo, entre otras, por lo que con cada iteración que se realice con los dos procesos anteriores, se obtenga un gestionamiento de comunicaciones con mejores resultados.

Para realizar un monitoreo de las actividades, se debe hacer una comparativa entre las comunicaciones implementadas y las planificadas, y en caso de detectar deficiencias se debe hacer una solicitud de cambio la cual requiere de una revisión de requisitos de comunicación e implementar nuevos procedimientos para eliminar cuellos de botella.

## **Aplicación de nuevos procesos en una empresa constructora**

La implementación de nuevas técnicas, procesos o actividades en una empresa, requiere de procesos delicados para no generar conflictos entre los miembros de la empresa constructora, “esta es una de las etapas más difíciles, y necesita de una gran habilidad por parte del encargado de realizarla” (Serpell, 2002). Es por esto que Serpell subdivide la implementación del nuevo método en cinco fases.

1. Obtener la aprobación de la dirección superior.
2. Conseguir la aprobación del encargado de obra.
3. Conseguir la aprobación de los obreros.

4. Enseñar el nuevo método a los trabajadores.
5. Seguir de cerca el avance del trabajo asegurándose que se ejecuta tal como se había planeado.

Lo más difícil de este procedimiento es convencer a los trabajadores de aceptar el cambio, debido a que estos van a mostrar oposición por miedo, percepción de que no funciona, intereses personales, percepción de ser algo desfavorable para ellos, por lo que se debe tomar medidas previas para lograr el cometido. Entre las medidas a tomar, Serpell (2002) menciona las siguientes.

1. Comunicar claramente lo que se va a cambiar y que se va a mantener.
2. Identificar las causas más probables que producen la resistencia al cambio.
3. Plantear una estrategia en contra de dicha resistencia.
4. Explicar la necesidad del cambio.
5. Promover la participación y dar un entrenamiento apropiado a la nueva metodología.
6. Estar atento a la retroalimentación.

# Metodología

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se realizaron visitas a campo y taller con el fin de recopilar información por medio de observación y por entrevistas realizadas a las personas que contaban con experiencia en la empresa, estas visitas se realizaban periódicamente en campo, con mayor frecuencia en taller por las actividades que se llevaban a cabo en este sitio.

Para la obtención de información se tomaron como fuentes el proyecto de terminal de buses en Alajuela de FECOSA, el cual tenía un porcentaje de avance del 40 %, realizado por otra empresa constructora en cuanto a estructura metálica, y continuado a partir de ese punto por Grupo Constructora JDD Ltda. dicho proyecto se ejecutaba en taller donde se realizaron la mayor parte de las mediciones, y también en sitio.

## **1. Investigación de las posibles causas de la problemática:**

Primeramente se procedió a la elaboración de una encuesta física, la cual fue aplicada en campo para conocer la opinión de cada integrante de la empresa con experiencia suficiente (más de un año en la empresa), esto con el fin de obtener factores que puedan producir dicha problemática en la empresa. En esta encuesta se plantearon preguntas sobre motivación laboral, las cuales fueron tomadas en parte de Ana Ruth Rivas en su proyecto final de graduación para optar por el grado de Maestría en Administración, con estas preguntas se pretende determinar si hay algún factor motivacional afectando la ejecución de proyectos, estas preguntas se muestran en el Cuadro 3 junto a los factores que representan. Además, se incluyeron preguntas directas en las cuales se buscaba la opinión de los trabajadores respecto a cuales creían que podían ser las causas de la problemática, y cuales creían que podían ser soluciones, dicha encuesta se encuentra en la sección de Apéndices.

**Cuadro 3.** Factores aplicados en la encuesta sobre motivación laboral

| <b>Pregunta del instrumento</b>                                                                       | <b>Teoría</b>                     | <b>Factor</b>  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| 1. Recibo un salario, aguinaldo y vacaciones de acuerdo a la ley.                                     | Bifactorial de Herzberg           | Higiénico      |
| 2. Considero que el salario neto recibido es justo en relación a mi trabajo y esfuerzo.               | Bifactorial de Herzberg           | Higiénico      |
| 3. Gano lo suficiente en mi empleo para atender a quienes dependen de mí y/o mis necesidades básicas. | Bifactorial de Herzberg           | Higiénico      |
| 4. Recibo incentivo por parte de la empresa cuando voy más allá de mis obligaciones.                  | Bifactorial de Herzberg           | Reconocimiento |
| 5. Me es importante conocer el progreso de mi trabajo.                                                | Necesidades Adquiridas McClelland | Logro          |
| 6. Disfruto trabajar en equipo más que hacerlo solo.                                                  | Necesidades Adquiridas McClelland | Afiliación     |
| 7. El reconocimiento obtenido es igual de quienes realizan funciones similares a las mías.            | Bifactorial de Herzberg           | Reconocimiento |
| 8. Disfruto un reto difícil.                                                                          | Necesidades Adquiridas McClelland | Logro          |
| 9. Tengo claro de quien dependo en mi trabajo.                                                        | Necesidades Adquiridas McClelland | Afiliación     |
| 10. Prefiero trabajar con mucha libertad, sin supervisión cercana.                                    | Bifactorial de Herzberg           | Higiénico      |
| 11. Me motiva que mi trabajo sea reconocido.                                                          | Bifactorial de Herzberg           | Reconocimiento |
| 12. Tengo oportunidades de crecimiento económico y profesional en la empresa.                         | Bifactorial de Herzberg           | Reconocimiento |
| 13. Siento seguridad y estabilidad en mi empleo.                                                      | Bifactorial de Herzberg           | Higiénico      |
| 14. Mi trabajo actual me permite gozar de tiempo con mi familia.                                      | Bifactorial de Herzberg           | Higiénico      |
| 15. Mi buena relación con compañeros de trabajo y jefe me motivan a tener un mejor desempeño laboral. | Necesidades Adquiridas McClelland | Afiliación     |

Fuente: Rivas, 2018.

Se realizó una entrevista con el dueño de la empresa con la finalidad de conocer los procedimientos seguidos para la programación de proyectos, cual era la estrategia seguida una vez que se adquiría un proyecto y como se realizaba el control de este durante su ejecución. A partir de los resultados obtenidos en la encuesta se prepararon herramientas gráficas que permitan una mejor perspectiva de la situación de la empresa, y poder determinar si existe algún factor motivacional que este influyendo en la ejecución de proyectos. También se tomó en cuenta el diseño de sitio en taller, y del proyecto, lamentablemente la

empresa no contaba con registros de diseños de sitios que permitieran realizar un análisis de proyectos anteriores, por lo que solo se analizó el proyecto en ejecución y el taller.

Como parte de la identificación de las causas de la problemática, se empleo la observación directa, lo cual consistía en llevar un registro de las deficiencias que se iban presentando a lo largo de la ejecución del proyecto, esto posteriormente se compararía con los resultados obtenidos de las preguntas directas realizadas en las encuestas, para identificar causas comunes.

## **2. Estimación de rendimientos de mano de obra:**

La estimación de rendimientos de mano de obra de las actividades que ejecuta la empresa se realizó con el fin de determinar si los tiempos estimados por el dueño de la empresa para cada actividad son los correctos, o si en realidad hay una sobreestimación de la capacidad del personal, lo que se puede llegar a ver como atrasos. Es por esto que se realizaron mediciones de rendimiento en el taller en cuanto a las tareas que se efectuaban dentro de este para la preparación de material el cual era enviado al proyecto para su montaje en la nueva terminal de buses de FECOSA en Alajuela, las tareas a las que se les realizaron mediciones de rendimientos fueron: remoción de pintura en tubos estructurales, corte de tubos estructurales, empalme de tubos estructurales, pulido de empalmes en tubos estructurales, soldadura de placas y tapas a tubos estructurales, limpieza y pintura de tubos estructurales, instalación y apuntalado de tubos estructurales en estructura elevada, y limpieza y pintura de clavadores tipo Z.

Para la recopilación de datos de rendimientos en campo, se siguió en parte el procedimiento realizado por el Ing. Johan Brenes Serrano en su proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción.

### **a) Anotación de condiciones generales en la que se realiza la actividad a medir.**

- Fecha en la que se realizó la actividad.
- Lugar.
- Actividad.
- Cantidad de trabajadores.
- Equipos empleados.
- Tipo de contrato.

### **b) Descripción de la actividad medida.**

- Función de los trabajadores junto con su puesto.
- Trabajo realizado.

- Materiales empleados.
  - Equipos utilizados.
  - Imágenes de la actividad (Anexos).
- c) Anotar el tiempo requerido para culminar la actividad medida, tomando observaciones de las variantes que se presentaron en cada medición.
- d) Cálculo de rendimientos en base a la siguiente formula.

$$R = TxN/V \quad (2)$$

Donde:

R= Rendimiento en horas-hombre/unidad.

T= Tiempo de duración de las actividades.

N= Número de trabajadores de la misma categoría involucrados en la actividad.

V= Volumen de trabajo realizado en el tiempo medido.

- e) En caso de haber mediciones muy alejadas al resto de mediciones, se podrán eliminar estos valores para no afectar la media aritmética.
- f) Aplicación de proceso estadístico.

- Obtención de la media aritmética.

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^n R_i/n \quad (3)$$

Donde:

$R_i$ = Rendimiento medido.

n= Número de mediciones.

- Cálculo de la desviación estándar.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n_R}} \quad (4)$$

- Cálculo del coeficiente de variación.

$$C_v = \frac{\sigma}{|\bar{R}|} * 100 \% \quad (5)$$

- g) Aplicación de factor de incremento.



Debido a que las mediciones realizadas son valores absolutos, los cuales no contemplan tiempos para otras actividades que realizan los trabajadores como los tiempos de comidas e idas al baño, se debe aplicar un factor de incremento a los rendimientos medidos para contemplar estos tiempos. Este factor se puede obtener de la siguiente forma.

$$f.i = \frac{T.c * 100 \% }{h.d - T.c} \quad (6)$$

Donde:

f.i= Factor de incremento.

T.c= Tiempo consumido en otras actividades.

h.d= Horas diarias de trabajo total.

En este caso las actividades y los tiempos que constituyen el T.c en la empresa corresponden a:

- Desayuno: 0,25 hr
- Almuerzo: 0,50 hr
- Café: 0,25 hr
- Baño: 0,17 hr

La suma de los tiempos de dichas actividades da un total de:

- T.c= 0,25+0,50+0,25+0,17= 1,17 hr

h) Cálculo del rendimiento.

$$R = \bar{R} * (1 + f.i) \quad (7)$$

Una vez que se obtuvo los rendimientos reales de la empresa, se realizó la comparativa con los tiempos estimados por el dueño de la empresa para los proyectos analizados y de esta manera determinar si dichas estimaciones han sido correctas para las capacidades actuales de la empresa. Por otro lado se hizo una medición de productividad con la metodología de Five minutes rating en el taller, la cual a pesar de ser una técnica para medición de productividad, lo cual no abarca este proyecto, permitirá encontrar actividades no productivas que se estén realizando y puedan provocar pérdidas de tiempo en los proyectos, además de permitir encontrar actividades productivas y contributivas que se puedan reforzar para mejorar el rendimiento de los trabajadores.

### **3. Desarrollo de propuesta para la solución de la problemática:**

Para el desarrollo de la propuesta se consultó fuentes de información como tesis, información electrónica y consultas a profesionales expertos en la administración de la construcción, a los cuales se les realizó una pregunta específica; ¿Estando en esa posición con dicha problemática, qué soluciones aplicaría?, de manera que la respuesta obtenida ofreciera alternativas a seguir para la empresa. A partir de estas soluciones se realizó una propuesta, para posteriormente, por medio de una exposición, mostrarle al dueño de la empresa las problemáticas encontradas, y la propuesta de solución a esos problemas, con el fin de determinar en conjunto si la propuesta se puede aplicar o no en la empresa constructora, o de ser el caso, si quiere realizar modificaciones a la propuesta.

### **4. Aplicación de las medidas propuestas para la verificación de su aplicación:**

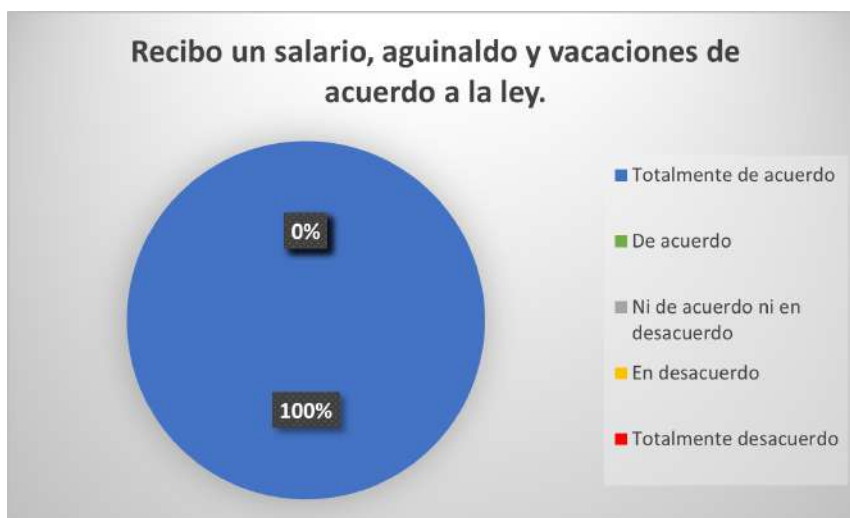
Terminada la investigación de la problemática, y aprobada la propuesta de solución por parte del dueño de la empresa, se procederá a implementar las herramientas creadas y a poner en práctica las medidas propuestas para la planificación de proyectos, para lo cual, sera necesario la iniciación de un nuevo proyecto en el cual se pueda verificar dicha propuesta.

# Resultados y análisis

De seguido se presentan los resultados de la investigación y su análisis. La información se presenta conforme los objetivos específicos planteados.

## Investigación sobre las posibles causas de la problemática (Objetivo específico 1)

A continuación se presentan los resultados de la encuesta aplicada a cuatro trabajadores de la empresa Grupo Constructora JDD Ltda. El puesto de los entrevistados va desde ayudante, hasta encargado de proyecto, lo que permitió conocer el estado motivacional y el punto de vista respecto a la problemática de todos los niveles con los que cuenta la empresa para los puestos de trabajo.



**Figura 5.** Pregunta 1 de encuesta a trabajadores de JDD.

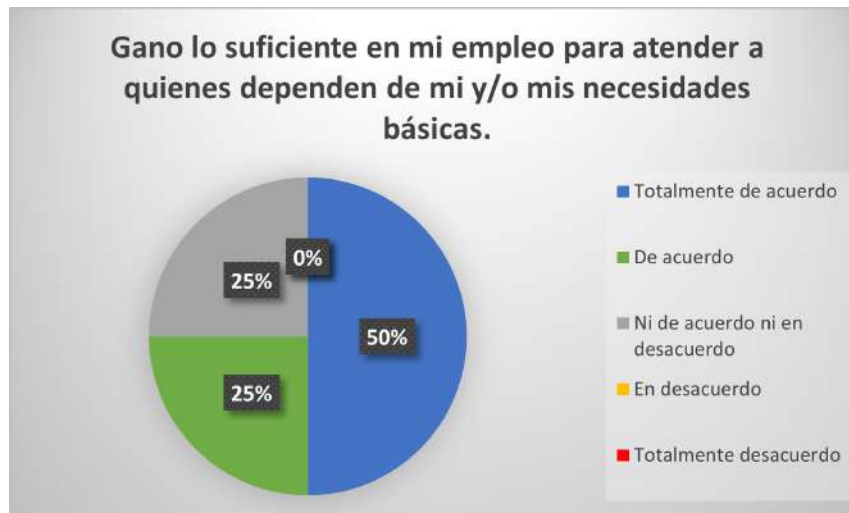
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

En la Figura 5 se muestra los resultados en forma de gráfico de la pregunta 1, esta busca conocer si las prestaciones ofrecidas por la empresa a sus trabajadores cumplen con lo mínimo establecido por la ley, en lo que respecta a salarios, aguinaldos y vacaciones.



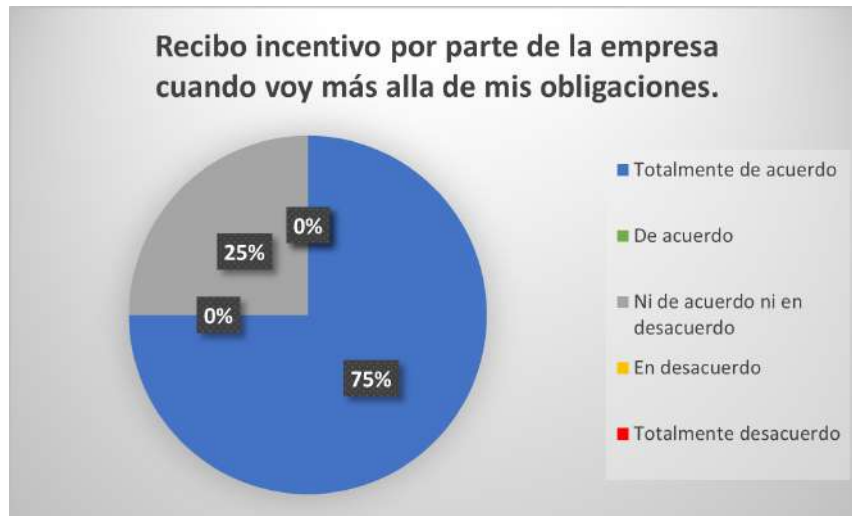
**Figura 6.** Pregunta 2 de encuesta a trabajadores de JDD.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

En la Figura 6 se muestra la pregunta 2, esta busca conocer la percepción del trabajador en cuanto al salario recibido, y que tan a gusto se encuentra con este, lo que permite saber si los salarios a pesar de cumplir con el mínimo establecido por la ley, es lo suficiente como para mantener al trabajador motivado para seguir trabajando con la empresa.



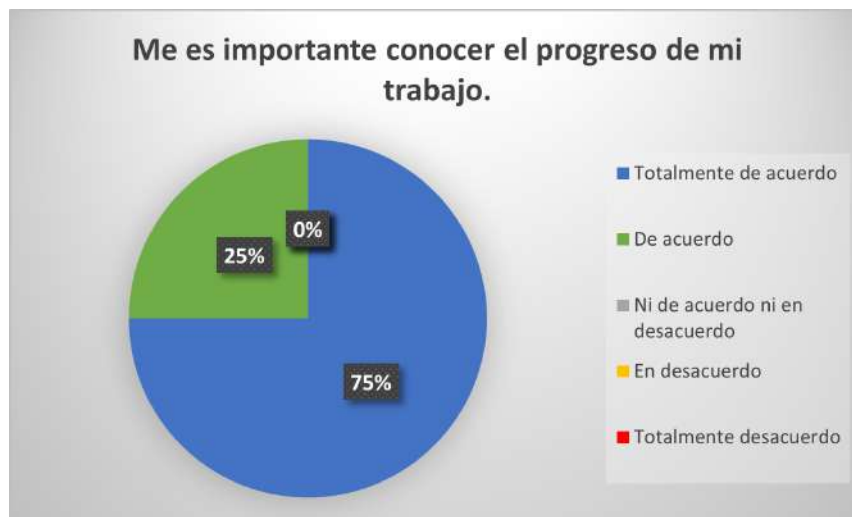
**Figura 7.** Pregunta 3 de encuesta a trabajadores de JDD.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

En la Figura 7 se presenta la pregunta 3, que está relacionada igualmente con el salario, lo que permite conocer si este es lo suficiente para satisfacer las necesidades del trabajador y mantener una familia en caso de tenerla.



**Figura 8.** Pregunta 4 de encuesta a trabajadores de JDD.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

En la Figura 8 se presenta la pregunta 4, en donde se busca conocer si los trabajadores sienten que su labor es reconocido por sus superiores cuando realizan un sobre esfuerzo en sus labores, lo que impulsa a superarse y seguir realizando un trabajo con mejores resultados.



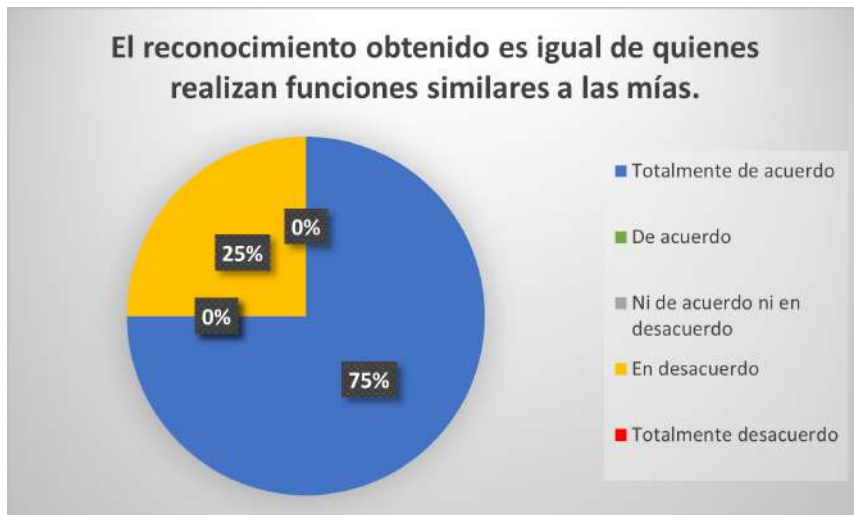
**Figura 9.** Pregunta 5 de encuesta a trabajadores de JDD.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

En la Figura 9 contiene la pregunta 5, que busca conocer el nivel de compromiso que los trabajadores sienten con sus proyectos, que tanto se involucran con sus labores y sienten ser parte del proyecto, no solo de una tarea.



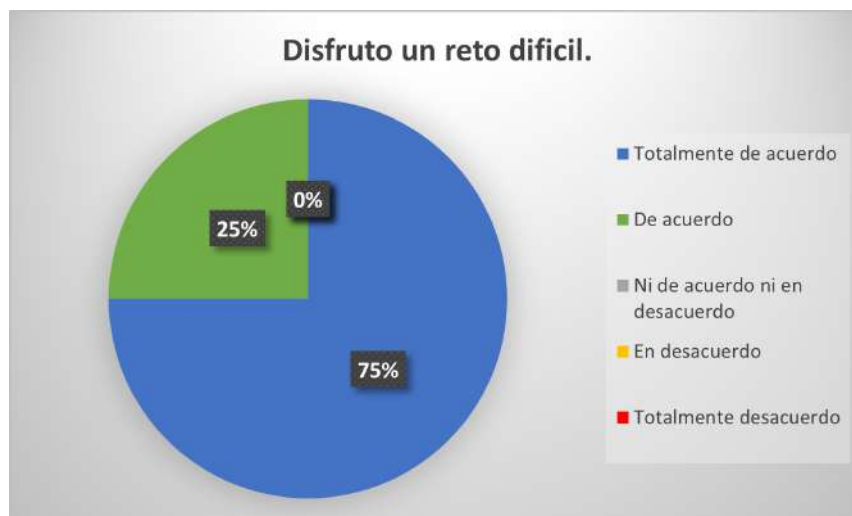
**Figura 10.** Pregunta 6 de encuesta a trabajadores de JDD.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

La Figura 10 muestra la pregunta 6, en donde se busca conocer el grado de compañerismo y la relación que estos tienen entre ellos, saber si estos sienten que trabajan sin ningún tipo de ayuda o al contrario, saben que pueden contar con sus compañeros para solventar problemas e ir en la misma dirección en la que va el grupo de trabajo.



**Figura 11.** Pregunta 7 de encuesta a trabajadores de JDD.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

En la Figura 11 se muestra la pregunta sobre el reconocimiento que el trabajador percibe en comparación con el que se le da a sus compañeros, ya que el reconocimiento debe ser igual para todos los trabajadores en las mismas condiciones.



**Figura 12.** Pregunta 8 de encuesta a trabajadores de JDD.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

La Figura 12 presenta la pregunta 8, que busca saber si los trabajadores tienen el deseo de superación y de aprender cosas nuevas con proyectos a los que no se ha enfrentado anteriormente.



**Figura 13.** Pregunta 9 de encuesta a trabajadores de JDD.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

La Figura 13, contiene los resultados de la pregunta 9, en la que se buscó conocer si los trabajadores tienen conocimiento de la estructura organizacional de una manera indirecta, en donde saben de quien reciben ordenes y a quien acudir en caso de tener interrogantes.



**Figura 14.** Pregunta 10 de encuesta a trabajadores de JDD.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

Saber si la supervisión es algo que molesta a los trabajadores o si prefieren que haya alguien corrigiéndoles a tiempo en vez de esperarse hasta al final para saber si todo esta bien, es lo que se busco con la pregunta 10, la cual es mostrada en la Figura 14, abarcando la relación que tienen los trabajadores con sus superiores.



**Figura 15.** Pregunta 11 de encuesta a trabajadores de JDD.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

La pregunta 11 se encuentra en la Figura 15, la cual está directamente relacionada con la motivación, en donde se busca conocer si el reconocimiento dado a los trabajadores hace que su rendimiento se vea incrementado.





**Figura 16.** Pregunta 12 de encuesta a trabajadores de JDD.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

En la Figura 16 se muestra la pregunta 12 trata sobre la percepción que tienen los trabajadores sobre su futuro en la empresa, si esta les ofrece la opción de crecimiento profesional, y monetario en función de su rendimiento y dedicación, o si en vez de eso.



**Figura 17.** Pregunta 13 de encuesta a trabajadores de JDD.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

La seguridad que sienten los trabajadores de tener un trabajo permanente se abarco en la pregunta 13, la cual se muestra en la Figura 17, ya que el saber que tienen un trabajo en donde se pueden desarrollar plenamente, hace al trabajador que se sienta motivado a seguir creciendo dentro de la empresa.



**Figura 18.** Pregunta 14 de encuesta a trabajadores de JDD.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

El tiempo libre que les deja el trabajo para realizar otras actividades, se abarco en la pregunta 14, esta es mostrada en la Figura 18, en donde un trabajo con muchas horas de trabajo genera un desgaste físico y mental, por lo que es importante conocer si los trabajadores cuentan con suficiente tiempo de descanso y de distracción fuera del trabajo.



**Figura 19.** Pregunta 15 de encuesta a trabajadores de JDD.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

La relación general que tiene cada trabajador con toda la empresa se buscó conocer En la Figura 19 con la pregunta 15, donde un trabajador que cuente con una buena relación, sin conflictos con algún miembro de la empresa va a sentirse a gusto en ese lugar, motivándolo a

seguir viniendo y a desarrollar sus labores de manera eficiente.

Mediante la aplicación de la encuesta para determinar si el estado motivacional de los trabajadores estaba influyendo en el desempeño de estos, se encontró que no hay un factor motivacional que provoque una caída de rendimiento de los trabajadores, todas las preguntas realizadas obtuvieron resultados positivos, de los entrevistados. La pregunta 7 (El reconocimiento obtenido es igual de quienes realizan funciones similares a las mías) fue la única en recibir una respuesta negativa por uno de los entrevistados, por lo que sería ideal analizar las funciones de cada trabajador y determinar si la clasificación según los salarios asignados corresponden a las funciones que estos realizan.

En el caso de la pregunta 10 mostrada en la Figura 14, se aprecia que los trabajadores prefieren laborar sin una supervisión, esto se debe a que en la empresa nunca han tenido a una persona encargada de realizar una supervisión constantemente, por lo que al tener una persona observando sus labores les provoca incomodidad, según lo mencionado por los mismos entrevistados. Esto es una práctica que se debe implementar en la empresa, ya que la supervisión temprana de los trabajos permite la corrección a tiempo de tareas que se estén ejecutando mal, evitando mayores costos.

Parte de la entrevista realizada, consistía en conocer las causas de la problemática según la opinión de los entrevistados, por lo que en el Cuadro 4 se muestran las problemáticas que han llegado a detectar los propios trabajadores durante el tiempo que han laborado con la empresa, donde también proporcionaron posibles soluciones a cada una de los problemas detectados.

**Cuadro 4.** Problemáticas mencionadas por los trabajadores

| <b>Entrevistado</b> | <b>Proyectos en los que ha participado</b> | <b>Proyectos con atrasos</b> | <b>Causas de los atrasos según entrevistados</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Solución propuesta por entrevistado</b>                                                                                                                                                                                 |
|---------------------|--------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A                   | 5                                          | 3                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Falta de rendimiento de trabajadores, ritmo inicial lento.</li> <li>-Encargado de proveeduría siempre ocupado</li> <li>-Se toma más tiempo del permitido a la hora del café.</li> </ul>                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Reconocimiento al mejor trabajador.</li> <li>-Tener un encargado independiente para proveeduría de materiales.</li> <li>-Ser más estrictos con los tiempos de descanso.</li> </ul> |
| B                   | 20                                         | 15                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Problemas con proveeduría de materiales por parte de clientes y la propia empresa.</li> <li>-Mucho personal con bajo rendimiento.</li> <li>-Poca coordinación y planificación.</li> </ul>                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Más comunicación y planificación interna y con el cliente.</li> <li>-Ser más estrictos con el personal y no sobrecargar a los que trabajan más duro.</li> </ul>                    |
| C                   | 23                                         | 11                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Problemas con proveeduría de materiales por parte de clientes y la propia empresa.</li> <li>-Atrasos por lluvia.</li> <li>-Modificaciones del alcance.</li> <li>Pandemia (menos personal permitido)</li> <li>-Mucho movimiento del personal.</li> <li>-Procedimientos largos para iniciar trabajos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Incorporar una persona para ayudar con la administración de la empresa, ya que todo el trabajo está sobrecargado a una sola persona.</li> </ul>                                    |
| D                   | 9                                          | 0                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Situaciones inesperadas.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                            | -                                                                                                                                                                                                                          |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.



**Figura 20.** Porcentaje de trabajos sin retrasos y con retrasos en los que han participado los entrevistados.

Fuente: Autoría propia, elaborado en Microsoft Excel®.

Las preguntas directas sobre las causas de la problemática, aplicada a los entrevistados, mostrada en la Cuadro 4, pone en evidencia varias causas de la problemática, las cuales fueron identificadas por los mismos trabajadores, además de posibles soluciones que plantearon a estas causas del problema. Es importante mencionar que en la Figura 20 se hace evidente que el problema se ha presentado en casi el 50 % de los trabajos realizados, por lo que es un problema frecuente en los proyectos ejecutados por la empresa constructora.

Durante la ejecución del proyecto, se iban anotando las problemáticas relacionadas con atrasos de obra, estas se muestran en el Cuadro 5, las cuales corresponden a problemas detectados durante el desarrollo del proyecto de la terminal de buses de Alajuela FECOSA.

**Cuadro 5.** Problemáticas detectadas durante la ejecución del proyecto en la empresa constructora.

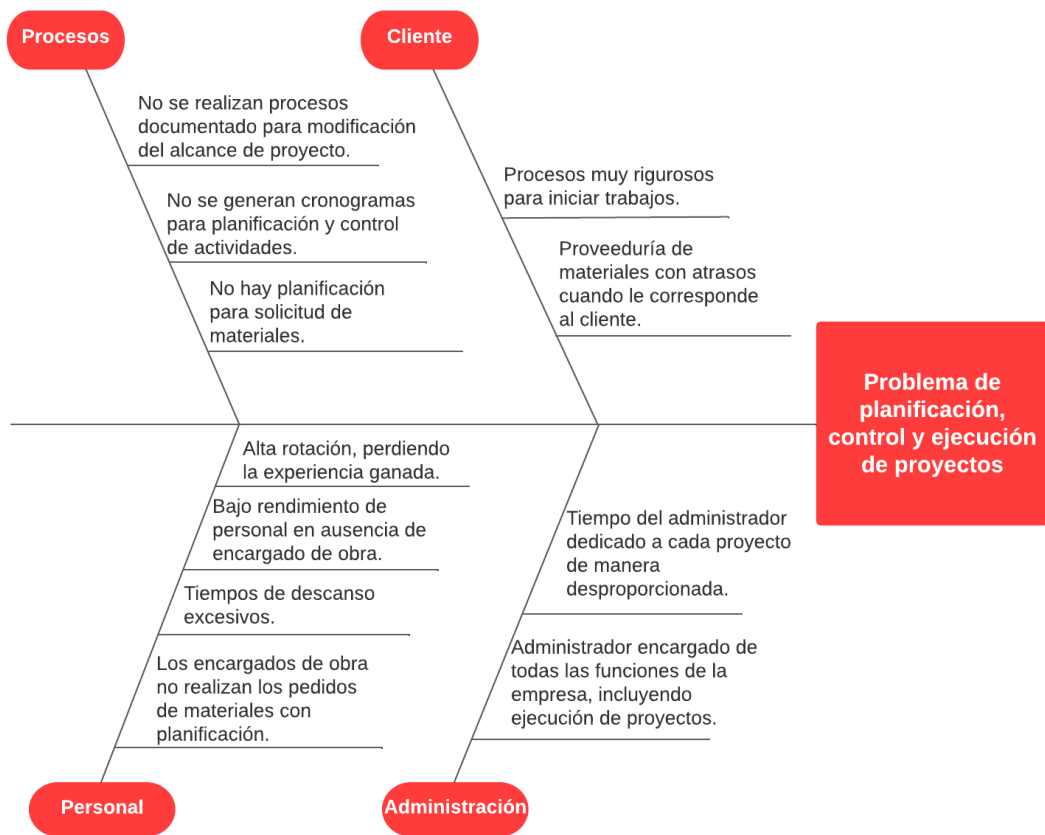
| Problemas Observados                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dueño de la empresa demasiado ocupado para atender las necesidades de cada proyecto, atrasando con materiales que se ocupan, o equipo.                         |
| El dueño de la empresa dedica un 80 % de su tiempo para solo un proyecto, quedando los otros proyectos en manos de los encargados sin revisión ni supervisión. |
| No se elaboran cronogramas de los proyectos que se den a conocer a los encargados de proyecto.                                                                 |
| Las cotizaciones solicitadas por clientes no se elaboran con rapidez.                                                                                          |
| Poca planificación en las etapas de los proyectos.                                                                                                             |
| Problemas de puntualidad del cliente a la hora de proporcionar materiales.                                                                                     |
| Se producen atrasos debido a procesos largos y complicados de obtención de permisos por parte del cliente.                                                     |
| Falta de comunicación entre el dueño y los encargados de proyecto.                                                                                             |
| Mucha rotación del personal, no hay un proceso para aceptación de nuevos trabajadores.                                                                         |
| No se respetan los tiempos de descanso, tomándose más tiempo del establecido                                                                                   |
| No existe un plan de contingencia en caso de enfermedades como gripes en los trabajadores, lo que expone al resto del personal a contagio.                     |
| No se cuenta con procesos documentados para la aprobación o extensión de alcance de trabajos o modificaciones de este.                                         |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

Las causas de la problemática, identificadas por los entrevistados, concordaban con varias causas que se observaron durante la ejecución del proyecto dentro de la empresa constructora, lo que permitió confirmarlas y a partir de estas, elaborar un diagrama de Ishikawa que permitiera poner estas causas y determinar la verdadera problemática, la cual se muestra en la Figura 21, identificando cuatro áreas con problemas, siendo la primera la parte de Procesos, donde se identificó que no se realizaba un proceso formal para la modificación del alcance en los proyectos, lo que provocaba un descontrol en los aumentos de tiempo para la entrega de proyecto. Las acciones a implementar para el tratamiento de las subcausas mostradas en la Figura 21, se mencionaran más adelante en la sección de la Propuesta.

La falta de planificación de cronogramas es otro proceso que está ausente en la empresa, provocando falta de control y planificación de actividades, esto se relaciona con el tercer proceso, la falta de planificación para solicitud de materiales, lo que provoca que se realicen dichas solicitudes con poco tiempo de preparación, dando como resultado atrasos en la ejecución de

actividades.



**Figura 21.** Diagrama de Ishikawa aplicado a la empresa Grupo Constructora JDD Ltda.  
Fuente: Autoría propia, en software Lucidspark®.

Los procesos rigurosos, como lo son los permisos de confinamiento, para caliente y para alturas, son procesos que el cliente implementa por seguridad, pero en muchas ocasiones provocaban atrasos de hasta dos horas de espera para obtener dichos permisos, además, la proveeduría de materiales por parte del cliente, en muchas ocasiones no se cumplía tal como se había planificado, provocando inicio tardío de actividades.

El personal era otra área que presentaba situaciones conflictivas, la rotación del personal cada vez que hay un nuevo proyecto, significa la perdida de experiencia ganada, ya que estos eran contratados únicamente para ese proyecto en específico. El personal de trabajo en ausencia del encargado de proyecto, no mostraba conocimiento de cuales labores realizar, lo que provocaba inicios de la jornada laboral tardíos. Los incumplimientos con los tiempos de descanso por la falta de estandarización de estos, provocaban que se tomaran tiempos mayores a los establecidos por la empresa y por último, para esta área, los encargados no respetaban las indicaciones de realizar los pedidos de materiales con tiempos mínimos de una semana,

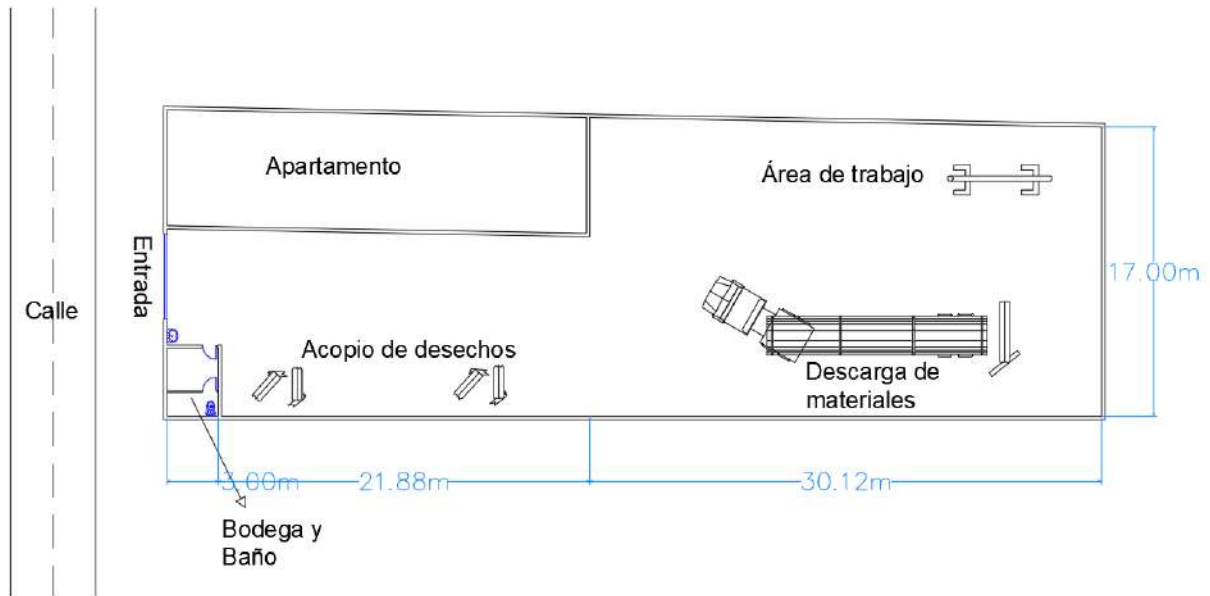
realizándolos inclusive el mismo día que se necesitaban.

La área de administración, correspondiente al dueño de la empresa, también mostró causas de la problemática, siendo la primera, una disposición del tiempo desproporcionada para cada proyecto, en donde se dedicaba la mayoría del tiempo a un único proyecto, siendo este el más alejado, y dedicándole muy poco tiempo a los otros proyectos, lo que provocaba que no tuviera la atención necesaria por parte del dueño de la empresa y a la dirección de los encargados de proyecto. A causa de que la empresa aumenta considerablemente la cantidad de personal y de tareas administrativas dependiendo del proyecto, se vuelve una sobrecarga para una única persona, lo que provoca una saturación en el dueño de la empresa, dando como resultado una atención insuficiente a las necesidades de cada proyecto.

A partir de las causas mencionadas, con ayuda del diagrama, se pudo determinar que el verdadero problema se encuentra en tres etapas, la primera siendo la planificación, la segunda la ejecución y por ultimo, el control de proyectos, esto debido a que la planificación es el punto de referencia para hacer una comparación de lo que se planificó con lo que se esta ejecutando en el proyecto, y al no contar con dicha etapa, no es posible llevar un control paralelo a la ejecución, y esta ultima debido a que no se tiene una planificación a seguir, por lo que hay procesos como la solicitud de materiales por parte de los encargados de proyecto, que no se realizan de manera adecuada, o bien las actividades se iban ejecutando según lo que se iba presentando durante el avance de los proyectos. Esto da como resultado, que la problemática mencionada por el dueño de la empresa, se trata de una consecuencia del problema encontrado, por lo que plantear una solución a dichas causas de la nueva problemática, solucionará o reducirá el impacto del problema inicial planteado.

En base a lo observado en taller y en sitio del proyecto de Alajuela, se elaboró los diseños de sitio correspondientes para su evaluación, los cuales se muestran en las figuras 22 y 23.





**Figura 22.** Diseño de sitio en taller de Grupo Constructora JDD Ltda.  
Fuente: Autoría propia, en software Autocad®.

En la Figura 22 se muestra el diseño de sitio del taller, donde se tiene un espacio amplio y techado que permite a los trabajadores continuar sus labores incluso en días lluviosos. El almacenamiento de materiales es justo al lado del área de trabajo por lo que no implica tiempos perdidos en desplazamiento de material. En cuanto al baño, son aproximadamente 50m lineales lo que se tienen que desplazar, y el acceso al taller es un área con cercanía a transportes públicos, lo que le permite a los trabajadores desplazarse con facilidad. En cuanto a la entrada, permite el acceso fácilmente de todo tipo de vehículo, incluyendo remolques, lo que permite descargar y cargar materiales directamente en la zona de almacenaje.



**Figura 23.** Diseño de sitio en Alajuela de Grupo Constructora JDD Ltda.  
Fuente: Autoría propia, en software Google Earth®.

En cuanto al diseño de sitio del proyecto de terminal de buses, mostrado en la Figura 23, se tiene una área de  $7500m^2$ , en la cual la bodega se encontraba alejada del sitio de trabajo, por lo que se asignó a un encargado de bodega para suplir el equipo, para el almacenaje de materiales se podía disponer de cualquier sitio dentro del área de trabajo, por lo que se descargaba el material justo en el sitio que se requería. Los baños se reubicaron dos veces durante la vida del proyecto, procurando que estuvieran más cerca de la zona de trabajo conforme avanzaba la obra. A partir de dichos diseños de sitio, se pudo identificar que no representaban ningún problema que pudiera afectar la productividad de la empresa.

## Rendimientos medidos por observación directa (Objetivo específico 2)

A continuación se detalla cada una de las actividades medidas, las cuales no involucran la totalidad de las actividades requeridas para el proyecto terminal de buses de Alajuela FECOSA, pero representan las actividades más comunes que realiza la empresa en todo proyecto.

- Actividad 1: Remoción de pintura en tubos de hierro estructural de 6".

En algunos casos los tubos de 6" cédula 40 de hierro presentan una capa de pintura que viene de fábrica, esta debe ser removida para asegurar una buena adherencia de la pintura que se usa posteriormente, por lo que se aplica con brocha removedor de pintura, se espera 5 minutos y se procede a remover la pintura con medio tubo de PVC, luego se pasa una tela para remover remanentes del removedor de pintura y finalmente se limpia con thinner. Esta actividad se realizaba de a dos tubos al mismo tiempo, con dos

ayudantes, uno aplicaba el removedor de pintura, mientras el otro iba detrás removiendo la pintura. Esta actividad se realizó en taller y los resultados se muestran en el Cuadro 6 y el rendimiento final en el Cuadro 7.



**Figura 24.** Aplicación de removedor de pintura y producto utilizado.

Fuente: Autoría propia.

**Cuadro 6.** Resultados de medición de rendimientos en Actividad remoción de pintura en tubos de hierro estructural

| Personal    | actividad                                                                | Equipo                                      | Tiempo (hr) | Rendimiento ( $H.C/m^2$ ) |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------|---------------------------|
| 2 Ayudantes | Remoción de pintura con removedor de pintura en 2 tubos de 6" ( $6m^2$ ) | -Brocha<br>-Removedor de pintura<br>-Trapos | 0,583       | 0,097                     |
| 2 Ayudantes | Remoción de pintura con removedor de pintura en 2 tubos de 6" ( $6m^2$ ) | -Brocha<br>-Removedor de pintura<br>-Trapos | 0,492       | 0,082                     |
| 2 Ayudantes | Remoción de pintura con removedor de pintura en 2 tubos de 6" ( $6m^2$ ) | -Brocha<br>-Removedor de pintura<br>-Trapos | 0,550       | 0,092                     |
| 2 Ayudantes | Remoción de pintura con removedor de pintura en 2 tubos de 6" ( $6m^2$ ) | -Brocha<br>-Removedor de pintura<br>-Trapos | 0,667       | 0,111                     |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

**Cuadro 7.** Rendimiento final de la Actividad remoción de pintura en tubos de hierro estructural

| Media Aritmética<br>( $H.C/m^2$ ) | Desviación Estándar | Coefficiente de variación | Factor de incremento | Rendimiento final<br>( $H.C/m^2 \pm \sigma$ ) |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|
| 0,095                             | 0,011               | 11,05 %                   | 13,25 %              | $0,108 \pm 0,011$                             |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

- Actividad 2: Corte de tubos de hierro estructural de 3”.

Esta actividad se lleva a cabo sobre “burras”, donde primeramente se realiza la medición de la longitud del tubo de 3” cédula 40 y posteriormente se procede a realizar el corte con un esmeril, el ayudante va girando el tubo mientras el operario con un esmeril, realiza el corte alrededor de este. Esta actividad se realizó en taller, los resultados se muestran en el Cuadro 8 y el rendimiento final en el Cuadro 9.



**Figura 25.** Corte de tubo de hierro estructural con esmeril.  
Fuente: Autoría propia.

**Cuadro 8.** Resultados de medición de rendimientos en Actividad corte de tubos de hierro estructural

| Personal                 | Actividad                               | Equipo   | Tiempo (hr) | Rendimiento (H.C/m) |
|--------------------------|-----------------------------------------|----------|-------------|---------------------|
| 1 Operario<br>1 Ayudante | Corte de tubo 3" ced 40, 25 cm de corte | -Esmeril | 0,025       | 0,100               |
| 1 Operario<br>1 Ayudante | Corte de tubo 3" ced 40, 25 cm de corte | -Esmeril | 0,050       | 0,200               |
| 1 Operario<br>1 Ayudante | Corte de tubo 3" ced 40, 25 cm de corte | -Esmeril | 0,022       | 0,087               |
| 1 Operario<br>1 Ayudante | Corte de tubo 3" ced 40, 25 cm de corte | -Esmeril | 0,042       | 0,167               |
| 1 Operario<br>1 Ayudante | Corte de tubo 3" ced 40, 25 cm de corte | -Esmeril | 0,025       | 0,100               |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

**Cuadro 9.** Rendimiento final de la Actividad corte de tubos de hierro estructural

| Media Aritmética (H.C/m) | Desviación Estándar | Coeficiente de variación | Factor de incremento | Rendimiento final (H.C/m $\pm \sigma$ ) |
|--------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------------------|
| 0,131                    | 0,045               | 34,09 %                  | 13,25 %              | 0,148 $\pm$ 0,045                       |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

- Actividad 3: Empalme de tubos de hierro estructural de 3".

Para esta actividad se trasladan dos tubos de hierro de 3" cédula 40 a las burras, se posiciona uno seguido del otro, y se pasa un primer cordón de soldadura 7018 en 1/8, a la cual le llaman "fondeo" (lado izquierdo de la figura 26), esta asegura que todo el espesor del tubo quede soldado con un cordón de 25cm de largo. Luego del fondeo se pasa el esmeril para dejar un espacio limpio entre ambos tubos para terminar de sellar con otro cordón de soldadura, eliminando la capa de escoria con la piqueta. Para este procedimiento el ayudante va girando el tubo lentamente mientras el soldador va soldando en la circunferencia del tubo. Esta actividad se realizó en taller, los resultados de la medición se muestran en el Cuadro 10 y el rendimiento final en el Cuadro 11.





**Figura 26.** Fondeo y resoldado del empalme de tubos de hierro.  
Fuente: Autoría propia.

**Cuadro 10.** Resultados de medición de rendimientos en Actividad empalme de tubos de hierro estructural

| Personal                 | actividad                                    | Equipo                                     | Tiempo (hr) | Rendimiento (H.C/m) |
|--------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------|---------------------|
| 1 Soldador<br>1 Ayudante | Empate de tubo de 3" ced 40, 25cm de cordón. | -Inversor<br>-Piqueta<br>-Cepillo metálico | 0,163       | 0,650               |
| 1 Soldador<br>1 Ayudante | Empate de tubo de 3" ced 40, 25cm de cordón. | -Inversor<br>-Piqueta<br>-Cepillo metálico | 0,250       | 1,000               |
| 1 Soldador<br>1 Ayudante | Empate de tubo de 3" ced 40, 25cm de cordón. | -Inversor<br>-Piqueta<br>-Cepillo metálico | 0,117       | 0,467               |
| 1 Soldador<br>1 Ayudante | Empate de tubo de 3" ced 40, 25cm de cordón. | -Inversor<br>-Piqueta<br>-Cepillo metálico | 0,083       | 0,333               |
| 1 Soldador<br>1 Ayudante | Empate de tubo de 3" ced 40, 25cm de cordón. | -Inversor<br>-Piqueta<br>-Cepillo metálico | 0,092       | 0,367               |
| 1 Soldador<br>1 Ayudante | Empate de tubo de 3" ced 40, 25cm de cordón. | -Inversor<br>-Piqueta<br>-Cepillo metálico | 0,192       | 0,767               |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

**Cuadro 11.** Rendimiento final de la Actividad empalme de tubos de hierro estructural

| Media Aritmética (H.C/m) | Desviación Estándar | Coficiente de variación | Factor de incremento | Rendimiento final (H.C/m $\pm \sigma$ ) |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------------------------|
| 0,597                    | 0,236               | 39,48 %                 | 13,25 %              | 0,676 $\pm$ 0,236                       |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

- Actividad 4: Pulido de empalme en tubos de hierro estructural de 3".

Esta actividad inicia transportando los tubos a las burras donde se realiza el pulido del cordón de soldadura, esto se realiza para dejar una unión pareja, donde no se aprecia la junta una vez pintado el tubo. Para esta actividad se utiliza un esmeril con disco de pulir metal de 9", el ayudante va rebajando la pega y tocando con la mano hasta que no se sienta un desnivel entre ambos tubos soldados. Esta actividad se realizó en taller, los resultados de la medición se muestran en el Cuadro 12 y el rendimiento final en el Cuadro 13.



**Figura 27.** Pulido de empalme con esmeril y acabado final de tubo de hierro  
Fuente: Autoría propia.

**Cuadro 12.** Resultados de medición de rendimientos en Actividad pulido de empalme en tubos de hierro estructural

| Personal   | Actividad                    | Equipo   | Tiempo (hr) | Rendimiento (H.H/m) |
|------------|------------------------------|----------|-------------|---------------------|
| 1 Ayudante | Pulido de pega tubo 3", 25cm | -Esmeril | 0,225       | 0,900               |
| 1 Ayudante | Pulido de pega tubo 3", 25cm | -Esmeril | 0,217       | 0,867               |
| 1 Ayudante | Pulido de pega tubo 3", 25cm | -Esmeril | 0,167       | 0,667               |
| 1 Ayudante | Pulido de pega tubo 3", 25cm | -Esmeril | 0,142       | 0,567               |
| 1 Ayudante | Pulido de pega tubo 3", 25cm | -Esmeril | 0,217       | 0,867               |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.



**Cuadro 13.** Rendimiento final de la Actividad pulido de empalme en tubos de hierro estructural

| Media Aritmética<br>( $H.H/m$ ) | Desviación Estándar | Coefficiente de variación | Factor de incremento | Rendimiento final<br>( $H.H/m \pm \sigma$ ) |
|---------------------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| 0,773                           | 0,132               | 17,11 %                   | 13,25 %              | $0,876 \pm 0,132$                           |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

- Actividad 5: Soldadura de placas y tapas a tubos de hierro estructural de 3”.

Esta medición inicia desde el momento que los trabajadores transportan el tubo de 3” cédula 40 con las placas y tapas apuntaladas, hasta las burras, una vez posicionado el tubo de hierro, se inicia el proceso de soldadura alrededor de las placas con soldadura 7018 en 1/8”, mientras que para las tapas se emplea soldadura 6013 en 1/8”, esto debido a las necesidades de resistencia que se requiere en las juntas de las placas, mientras que las tapas solo cumplen la función de sellar el tubo para evitar el ingreso de agua que pueda provocar oxidación. Terminado el cordón de la soldadura en ambos extremos del tubo, se utiliza la pica de soldador para desprender la capa de escoria y se termina con una pasada del cepillo metálico. Esta actividad se realizó en taller, los resultados de la medición se muestran en el Cuadro 14 y el rendimiento final en el Cuadro 15.



**Figura 28.** Soldadura de placas y tapas a tubo de hierro.

Fuente: Autoría propia.

**Cuadro 14.** Resultados de medición de rendimientos en Actividad soldadura de placas y tapas a tubos de hierro estructural

| Personal   | actividad                                                     | Equipo                                     | Tiempo (hr) | Rendimiento (H.H/m) |
|------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------|---------------------|
| 1 Soldador | Soldadura de placas y tapas a tubo 3" ced 40, 260cm de cordón | -Inversor<br>-Cepillo metálico<br>-Piqueta | 0,317       | 0,122               |
| 1 Soldador | Soldadura de placas y tapas a tubo 3" ced 40, 250cm de cordón | -Inversor<br>-Cepillo metálico<br>-Piqueta | 0,650       | 0,250               |
| 1 Soldador | Soldadura de placas y tapas a tubo 3" ced 40, 260cm de cordón | -Inversor<br>-Cepillo metálico<br>-Piqueta | 0,350       | 0,135               |
| 1 Soldador | Soldadura de placas y tapas a tubo 3" ced 40, 260cm de cordón | -Inversor<br>-Cepillo metálico<br>-Piqueta | 0,317       | 0,122               |
| 1 Soldador | Soldadura de placas y tapas a tubo 3" ced 40, 260cm de cordón | -Inversor<br>-Cepillo metálico<br>-Piqueta | 0,333       | 0,128               |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

La medición resaltada en amarillo fue eliminada para el cálculo del rendimiento final, debido al coeficiente de variación que se obtiene con dicha medición.

**Cuadro 15.** Rendimiento final de la Actividad soldadura de placas y tapas a tubos de hierro estructural

| Media Aritmética (H.H/m) | Desviación Estándar | Coeficiente de variación | Factor de incremento | Rendimiento final (H.H/m $\pm \sigma$ ) |
|--------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------------------|
| 0,151                    | 0,050               | 32,78 %                  | 13,25 %              | 0,171 $\pm$ 0,050                       |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

- Actividad 6: Limpieza y pintura de tubos de hierro estructural de 3".

Primeramente se procede a la eliminación de pringaduras de soldadura con un cincel y martillo, de ser necesario se rebajan los cordones de soldadura en placas y tapas cuando

quedan muy abultadas, esta actividad se realiza con un esmeril. Posteriormente se limpia el tubo con thinner y seguidamente se aplica una mano de pintura Minio con rodillo, cubriendo un total de  $0,64m^2$ . Esta actividad se realizaba en parejas ya que se tiene que estar girando el tubo cada vez que se termina una cara, por lo que se tenía a dos ayudantes en esta actividad realizando dos tubos de 3" al mismo tiempo. Esta actividad se realizó en taller, los resultados de la medición se muestran en el Cuadro 16 y el rendimiento final en el Cuadro 17.



**Figura 29.** Aplicación de pintura minio con rodillo a tubos de hierro.  
Fuente: Autoría propia.

**Cuadro 16.** Resultados de medición de rendimientos en Actividad limpieza y pintura de tubos de hierro estructural

| <b>Personal</b> | <b>Actividad</b>                                       | <b>Equipo</b>                               | <b>Tiempo (hr)</b> | <b>Rendimiento (<math>H.C/m^2</math>)</b> |
|-----------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|
| 2 Ayudantes     | Limpieza de 2 tubos 3" y pintura sin lijado ( $3m^2$ ) | -Rodillo<br>-Thinner<br>-Trapos<br>-Pintura | 0,583              | 0,194                                     |
| 2 Ayudantes     | Limpieza de 2 tubos 3" y pintura sin lijado ( $3m^2$ ) | -Rodillo<br>-Thinner<br>-Trapos<br>-Pintura | 0,650              | 0,217                                     |
| 2 Ayudantes     | Limpieza de 2 tubos 3" y pintura sin lijado ( $3m^2$ ) | -Rodillo<br>-Thinner<br>-Trapos<br>-Pintura | 0,517              | 0,172                                     |
| 2 Ayudantes     | Limpieza de 2 tubos 3" y pintura sin lijado ( $3m^2$ ) | -Rodillo<br>-Thinner<br>-Trapos<br>-Pintura | 0,667              | 0,222                                     |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

**Cuadro 17.** Rendimiento final de la Actividad limpieza y pintura de tubos de hierro estructural

| <b>Media Aritmética (<math>H.C/m^2</math>)</b> | <b>Desviación Estándar</b> | <b>Coefficiente de variación</b> | <b>Factor de incremento</b> | <b>Rendimiento final (<math>H.C/m^2 \pm \sigma</math>)</b> |
|------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------|
| 0,201                                          | 0,020                      | 9,83 %                           | 13,25 %                     | 0,228 $\pm$ 0,020                                          |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

- Actividad 7: Instalación y apuntalado de tubo estructural de 5.<sup>en</sup> estructura elevada.

Para el montaje de diagonales en el proyecto, se empieza amarrando la diagonal con una faja al manito, el operario eleva al nivel requerido la diagonal, un ayudante con una cuerda amarrada a un extremo de la diagonal asegura que esta no empiece a girar mientras se eleva, y dos soldadores ubicados sobre la estructura ponen en posición a la diagonal alineándola con el resto de la estructura, y una vez verificada la posición, aplican puntos de soldadura en las zonas de contacto de las placas. Posteriormente se suelta la pieza y se aleja el manito para la colocación de la siguiente pieza. Esta actividad se realizó en sitio, los resultados de la medición se muestran en el Cuadro 18 y el rendimiento final en el Cuadro 19.



**Figura 30.** Montaje de diagonal en la estructura de techo del andén 2.  
Fuente: Autoría propia.

**Cuadro 18.** Resultados de medición de rendimientos en Actividad instalación y apuntalado de tubo estructural en estructura elevada

| <b>Personal</b>                          | <b>Actividad</b>               | <b>Equipo</b>                           | <b>Tiempo (hr)</b> | <b>Rendimiento(<math>H.C/pieza</math>)</b> |
|------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------|
| 2 Soldadores<br>1 Ayudante<br>1 Operario | Montaje de diagonal tubo de 5" | -2 Inversores<br>-1 Manito<br>-1 Cuerda | 0,142              | 0,142                                      |
| 2 Soldadores<br>1 Ayudante<br>1 Operario | Montaje de diagonal tubo de 5" | -2 Inversores<br>-1 Manito<br>-1 Cuerda | 0,225              | 0,225                                      |
| 2 Soldadores<br>1 Ayudante<br>1 Operario | Montaje de diagonal tubo de 5" | -2 Inversores<br>-1 Manito<br>-1 Cuerda | 0,308              | 0,308                                      |
| 2 Soldadores<br>1 Ayudante<br>1 Operario | Montaje de diagonal tubo de 4" | -2 Inversores<br>-1 Manito<br>-1 Cuerda | 0,180              | 0,180                                      |
| 2 Soldadores<br>1 Ayudante<br>1 Operario | Montaje de diagonal tubo de 4" | -2 Inversores<br>-1 Manito<br>-1 Cuerda | 0,153              | 0,153                                      |
| 2 Soldadores<br>1 Ayudante<br>1 Operario | Montaje de diagonal tubo de 4" | -2 Inversores<br>-1 Manito<br>-1 Cuerda | 0,150              | 0,150                                      |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

**Cuadro 19.** Rendimiento final de la Actividad instalación y apuntalado de tubo estructural en estructura elevada

| <b>Media Aritmética (<math>H.C/pieza</math>)</b> | <b>Desviación Estándar</b> | <b>Coefficiente de variación</b> | <b>Factor de incremento</b> | <b>Rendimiento final (<math>H.C/pieza \pm \sigma</math>)</b> |
|--------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 0,203                                            | 0,059                      | 29,00 %                          | 13,25 %                     | 0,230 $\pm$ 0,059                                            |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

- Actividad 8: Limpieza y pintura de clavadores tipo Z.



Esta actividad es realizada entre dos ayudantes los cuales primeramente colocan en grupos de 10 los clavadores Z sobre burras, luego se inicia una limpieza para remover la capa de aceite de protección con que viene de fabrica, esto se realiza pasando un trapo con thinner en ambas caras del elemento, los cuales tienen una longitud de 6m y un área de superficie  $3,84m^2$  cada uno, luego de limpiada una de las caras se procede a aplicar la pintura de minio con rodillo, terminada la primer cara, se voltean los elementos para repetir el procedimiento en la otra cara, finalmente se apilan y se vuelve a repetir el procedimiento. Esta actividad se realizó en taller, los resultados de la medición se muestran en el Cuadro 20 y el rendimiento final en el Cuadro 21.



**Figura 31.** Limpieza y aplicación de pintura de clavadores tipo Z.  
Fuente: Autoría propia.

**Cuadro 20.** Resultados de medición de rendimientos en Actividad limpieza y pintura de clavadores tipo Z

| Personal    | Actividad                                  | Equipo                                      | Tiempo (hr) | Rendimiento ( $H.C/m^2$ ) |
|-------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------|---------------------------|
| 2 Ayudantes | Limpieza y pintura de 10 "Z" ( $38,4m^2$ ) | -Thinner<br>-Trapos<br>-Rodillo<br>-Pintura | 1,9         | 0,049                     |
| 2 Ayudantes | Limpieza y pintura de 8 "Z" ( $30,7m^2$ )  | -Thinner<br>-Trapos<br>-Rodillo<br>-Pintura | 1,42        | 0,037                     |
| 2 Ayudantes | Limpieza y pintura de 10 "Z" ( $38,4m^2$ ) | -Thinner<br>-Trapos<br>-Rodillo<br>-Pintura | 2,12        | 0,055                     |
| 2 Ayudantes | Limpieza y pintura de 10 "Z" ( $38,4m^2$ ) | -Thinner<br>-Trapos<br>-Rodillo<br>-Pintura | 2,03        | 0,053                     |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

**Cuadro 21.** Rendimiento final de la Actividad limpieza y pintura de clavadores tipo Z

| Media Aritmética ( $H.C/m^2$ ) | Desviación Estándar | Coefficiente de variación | Factor de incremento | Rendimiento final ( $H.C/m^2 \pm \sigma$ ) |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------------------------|
| 0,049                          | 0,007               | 14,52 %                   | 13,25 %              | $0,055 \pm 0,007$                          |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

Los rendimientos obtenidos, fueron suministrados como insumos para estimaciones de tiempos de ejecución de actividades para la empresa constructora, ya que la metodología que emplean es el cálculo de tiempo por el total del proyecto a partir de la experiencia que tiene el administrador con proyectos similares, por lo que no fue posible realizar una comparación de rendimientos por actividades. Estos resultados se resumen en el Cuadro 22. Cabe mencionar que en las actividades 2, 3 y 5, los resultados finales mostrados en el Cuadro 9, Cuadro 11 y Cuadro 15 respectivamente, muestran un coeficiente por encima del 30 %, indicando una alta dispersión de los datos, esto a causa de la cantidad de muestras limitadas debido a que no fue posible realizar más mediciones en ese periodo de tiempo, por lo que se reportan dichos datos obtenidos en forma de resumen en el Cuadro 22.



**Cuadro 22.** Tabla Resumen de Rendimientos Medidos en Grupo Constructora JDD Ltda.

| <b>Actividad</b>                                                         | <b>Personal</b>                          | <b>Equipo</b>                                  | <b>Rendimiento</b>                                         |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Remoción de pintura en tubos estructurales ced 40                        | 2 Ayudantes                              | -Removedor de pintura<br>-Brocha<br>-Trapos    | $0,108 \pm 0,011 (H.C/m^2)$<br>$m^2=\text{área a pintar}$  |
| Corte de tubo estructural ced 40                                         | 1 Operario<br>1 Ayudante                 | -Esmeril con disco de corte fino               | $0,148 \pm 0,045 (H.C/m)$<br>$m=\text{longitud de corte}$  |
| Empalme de tubo estructural ced 40 con soldadura                         | 1 Soldador<br>1 Ayudante                 | -Inversor 220<br>-Piqueta<br>-Cepillo metálico | $0,676 \pm 0,236 (H.C/m)$<br>$m=\text{longitud de cordón}$ |
| Pulido de cordón de soldadura de tubo estructural                        | 1 Ayudante                               | -Esmeril con disco de pulir                    | $0,876 \pm 0,132 (H.C/m)$<br>$m=\text{longitud de cordón}$ |
| Soldadura de placas a tubo estructural ced 40                            | 1 Soldador<br>1 Ayudante                 | -Inversor 220<br>-Piqueta<br>-Cepillo metálico | $0,171 \pm 0,050 (H.C/m)$<br>$m=\text{longitud de cordón}$ |
| Limpieza y aplicación de pintura a tubo estructural                      | 2 Ayudantes                              | -Thinner<br>-Trapos<br>-Rodillo<br>-Pintura    | $0,228 \pm 0,020 (H.C/m^2)$<br>$m^2=\text{área a pintar}$  |
| Montaje de tubo estructural con apuntalado a estructura a 3mts de altura | 2 Soldadores<br>1 Ayudante<br>1 Operario | -2 Inversores 220<br>-Manito<br>-Cuerda        | $0,230 \pm 0,059 (H.C/m)$<br>$m=\text{longitud de cordón}$ |
| Limpieza y pintura a clavadores tipo "Z"                                 | 2 Ayudantes                              | -Thinner<br>-Trapos<br>-Rodillo<br>-Pintura    | $0,055 \pm 0,007 (H.C/m^2)$<br>$m^2=\text{área a pintar}$  |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

## Mediciones de productividad con la metodología Five minutes rating (Objetivo específico 2)

A continuación se muestran los resultados de la metodología Five minutes Rating para cuatro actividades medidas. En el Cuadro 23 se muestra la simbología empleada para identificar a cada trabajador involucrado en la medición.

**Cuadro 23.** Simbología usada para mediciones de Five minutes Rating.

| Simbología |                |
|------------|----------------|
| A:         | Ayudante       |
| S:         | Soldador       |
| #:         | Identificación |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

## Proceso limpieza y pintura de tubos de hierro.

**Cuadro 24.** Medición Five minutes Rating en limpieza y pintura de tubos de hierro, primera parte.

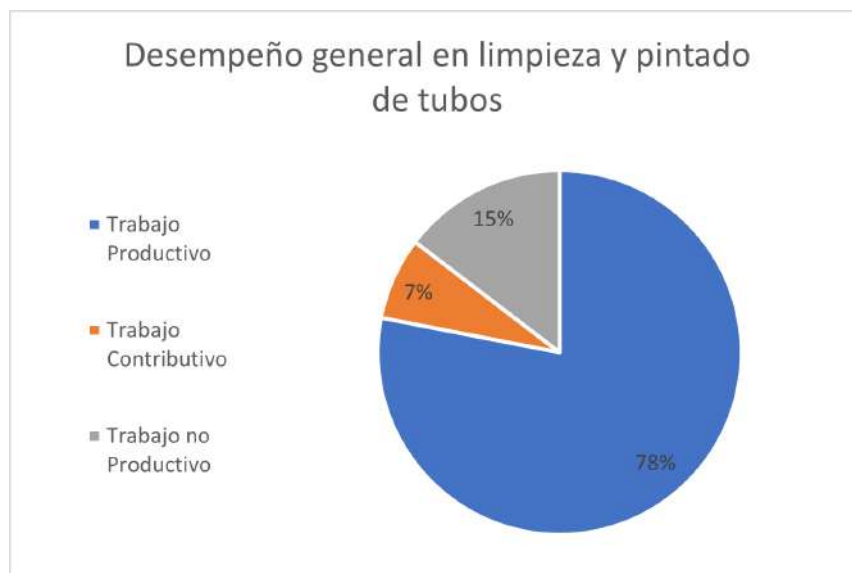
| Proceso: Limpieza y pintura de tubos |                      |                      |                       |      |                           |
|--------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|------|---------------------------|
| Intervalos @5 min                    | Trabajo Productivo   | Trabajo Contributivo | Trabajo no productivo |      |                           |
|                                      | Limpiando y pintando | Transportando tubo   | Observando            | Baño | Comiendo fuera de horario |
| 08:05 a.m.                           | A1,A2                |                      |                       |      |                           |
| 08:10 a.m.                           | A1,A2                |                      |                       |      |                           |
| 08:15 a.m.                           | A1,A2                |                      |                       |      |                           |
| 08:20 a.m.                           | A1,A2                |                      |                       |      |                           |
| 08:25 a.m.                           |                      |                      |                       |      | A1,A2                     |
| 08:30 a.m.                           |                      |                      |                       |      | A1,A2                     |
| 08:35 a.m.                           | A1,A2                |                      |                       |      |                           |
| 08:40 a.m.                           | A1,A2                |                      |                       |      |                           |
| 08:45 a.m.                           |                      |                      |                       |      | A1,A2                     |
| 08:50 a.m.                           | A1,A2                |                      |                       |      |                           |
| 08:55 a.m.                           | A1,A2                |                      |                       |      |                           |
| 09:00 a.m.                           | A1,A2                |                      |                       |      |                           |
| 10:05 a.m.                           | A1,A2                |                      |                       |      |                           |
| 10:10 a.m.                           | A1,A2                |                      |                       |      |                           |
| 10:15 a.m.                           | A1,A2                |                      |                       |      |                           |
| 10:20 a.m.                           | A1,A2                |                      |                       |      |                           |
| 10:25 a.m.                           | A1,A2                |                      |                       |      |                           |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

**Cuadro 25.** Medición Five minutes Rating en limpieza y pintura de tubos de hierro, segunda parte.

| Proceso: Limpieza y pintura de tubos |                    |                      |                       |      |                           |
|--------------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|------|---------------------------|
| Intervalos @5 min                    | Trabajo Productivo | Trabajo Contributivo | Trabajo no productivo |      |                           |
|                                      | Pintando           | Transportando tubo   | Observando            | Baño | Comiendo fuera de horario |
| 10:30 a.m.                           | A1,A2              |                      |                       |      |                           |
| 10:35 a.m.                           | A1,A2              |                      |                       |      |                           |
| 10:40 a.m.                           | A1,A2              |                      |                       |      |                           |
| 10:45 a.m.                           | A1,A2              |                      |                       |      |                           |
| 10:50 a.m.                           | A1,A2              |                      |                       |      |                           |
| 10:55 a.m.                           | A1,A2              |                      |                       |      |                           |
| 11:00 a.m.                           | A1,A2              |                      |                       |      |                           |
| 01:35 a.m.                           | A1                 | A2                   |                       |      |                           |
| 01:40 a.m.                           | A1,A2              |                      |                       |      |                           |
| 01:45 a.m.                           | A1,A2              |                      |                       |      |                           |
| 01:50 a.m.                           |                    | A2                   |                       | A1   |                           |
| 01:55 a.m.                           | A1                 |                      |                       | A2   |                           |
| 02:00 a.m.                           | A1,A2              |                      |                       |      |                           |
| 02:05 a.m.                           | A1                 | A2                   |                       |      |                           |
| 02:10 a.m.                           | A1,A2              |                      |                       |      |                           |
| 02:15 a.m.                           | A1,A2              |                      |                       |      |                           |
| 02:20 a.m.                           | A1,A2              |                      |                       |      |                           |
| 02:25 a.m.                           | A1                 |                      | A2                    |      |                           |
| 02:30 a.m.                           | A1,A2              |                      |                       |      |                           |
| <b>Observaciones</b>                 | <b>32</b>          | <b>3</b>             | <b>6</b>              |      |                           |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.



**Figura 32.** Desempeño general en la actividad de limpieza y pintado de tubos de hierro.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

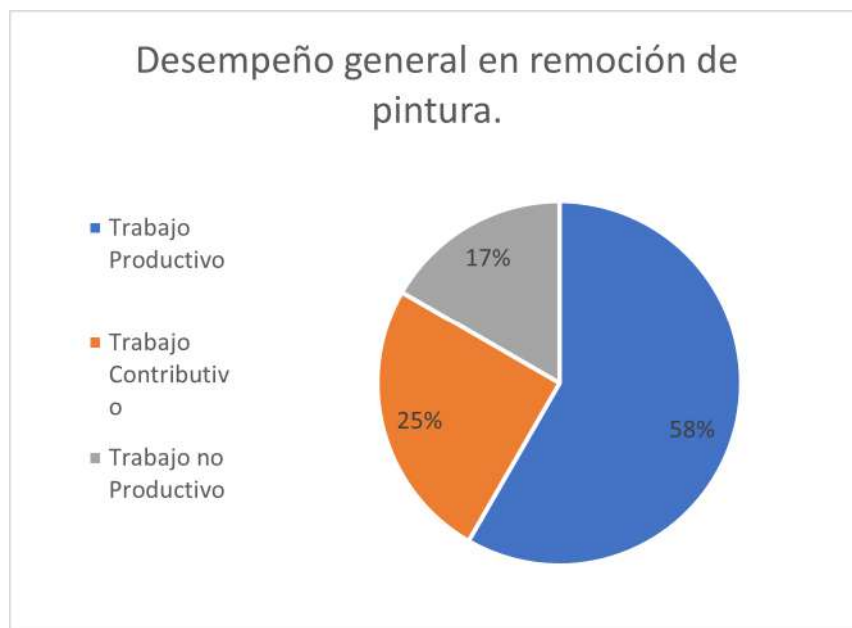
En la actividad de limpieza y pintura de tubos estructurales se observó que se realizaba en un lugar techado, con buen flujo de aire y un espacio amplio de trabajo. En dicha actividad se trabajaban varias piezas a la vez sobre burras (estructura para apoyar materiales a 1m de altura), lo que permitía al personal realizar el trabajo de manera cómoda y constante, además de contar con el equipo de protección y herramientas necesarias en buen estado. Se pudo identificar que los trabajadores no respetaban el horario de comidas, tomándose descansos para tomar un refrigerio en horas no establecidas, esto no era corregido por el encargado de taller, lo que provocaba que se siguiera repitiendo dicha acción. Con 36 mediciones mostradas en los Cuadros 24 y 25, para la actividad de limpieza y pintado de tubos, se obtuvo un total de Trabajo productivo del 78 % y Trabajo no productivo de 15 %, como se puede ver en la Figura 32, lo que muestra que la actividad tuvo una productiva promedio

## Proceso Remoción de pintura en tubos de hierro.

**Cuadro 26.** Medición Five minutes Rating en remoción de pintura en tubos.

| Proceso: Remoción de pintura de tubos |                    |                      |                       |          |
|---------------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|----------|
| Intervalos @5 min                     | Trabajo Productivo | Trabajo Contributivo | Trabajo no productivo |          |
|                                       | Removiendo pintura | Transportando tubos  | Esperando             | Hablando |
| 08:05 a.m.                            | A1,A2              |                      |                       |          |
| 08:10 a.m.                            | A1,A2              |                      |                       |          |
| 08:15 a.m.                            | A1                 | A2                   |                       |          |
| 08:20 a.m.                            | A1                 |                      |                       | A2       |
| 08:25 a.m.                            | A1,A2              |                      |                       |          |
| 08:30 a.m.                            |                    | A1,A2                |                       |          |
| 08:35 a.m.                            | A1,A2              |                      |                       |          |
| 08:40 a.m.                            |                    |                      | A1,A2                 |          |
| 08:45 a.m.                            | A1,A2              |                      |                       |          |
| 08:50 a.m.                            |                    | A1,A2                |                       |          |
| <b>Observaciones</b>                  | <b>7</b>           | <b>3</b>             | <b>2</b>              |          |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.



**Figura 33.** Desempeño general en la actividad de remoción de pintura en tubos de hierro.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

Para la actividad de remoción de pintura, se contaba con el mismo ambiente de trabajo, en donde se dividía el área del taller para que cada actividad tuviera su propio espacio, en esta actividad al igual que la de limpieza y pintado de tubos, se realizaba sobre burras, con varias piezas a la vez, en este caso al emplearse un químico tan fuerte como lo es el removedor de pintura, era de importancia la utilización de equipo de seguridad apropiado, a lo cual hubo ausencia de máscaras para gases, mientras que lentes, guantes y vestimenta apropiada si era utilizada. Las herramientas utilizadas para la remoción de la pintura eran improvisadas, pero realizaban el trabajo de manera eficiente. En esta actividad se obtuvo 10 mediciones, mostradas en el Cuadro 26, el Trabajo productivo fue del 57 %, y el Trabajo no productivo del 14 %, lo cual se muestra en la Figura 33, mostrando una productividad debajo del promedio, pero debido a la cantidad de mediciones tomadas a causa de la interrupción de la actividad por falta del removedor de pintura, y que solo representa una hora de esta actividad, se decidió no tomar en cuenta dichos resultados para el cálculo de la productividad general.

## Proceso Soldadura de placas a tubos de hierro.

**Cuadro 27.** Medición Five minutes Rating en soldadura de placas a tubos, primera parte.

| Proceso: Soldadura de placas a tubos. |                    |                      |                       |             |          |
|---------------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-------------|----------|
| Intervalos @5 min                     | Trabajo Productivo | Trabajo Contributivo | Trabajo no productivo |             |          |
|                                       | Soldando           | Transportando tubos  | Observando            | Deambulando | Hablando |
| 08:05 a.m.                            | S1,S2              |                      |                       |             |          |
| 08:10 a.m.                            | S1                 | S2                   |                       |             |          |
| 08:15 a.m.                            |                    | S1,S2                |                       |             |          |
| 08:20 a.m.                            |                    | S2                   |                       | S1          |          |
| 08:25 a.m.                            | S1                 |                      |                       | S2          |          |
| 08:30 a.m.                            | S1,S2              |                      |                       |             |          |
| 08:35 a.m.                            | S1,S2              |                      |                       |             |          |
| 08:40 a.m.                            | S1,S2              |                      |                       |             |          |
| 08:45 a.m.                            | S1,S2              |                      |                       |             |          |
| 08:50 a.m.                            | S1,S2              |                      |                       |             |          |
| 08:55 a.m.                            | S1,S2              |                      |                       |             |          |
| 09:00 a.m.                            | S1,S2              |                      |                       |             |          |
| 10:05 a.m.                            | S1,S2              |                      |                       |             |          |
| 10:10 a.m.                            | S1,S2              |                      |                       |             |          |
| 10:15 a.m.                            | S1,S2              |                      |                       |             |          |
| 10:20 a.m.                            | S1                 |                      |                       | S2          |          |
| 10:25 a.m.                            | S1                 |                      |                       |             | S2       |
| 10:30 a.m.                            | S1,S2              |                      |                       |             |          |

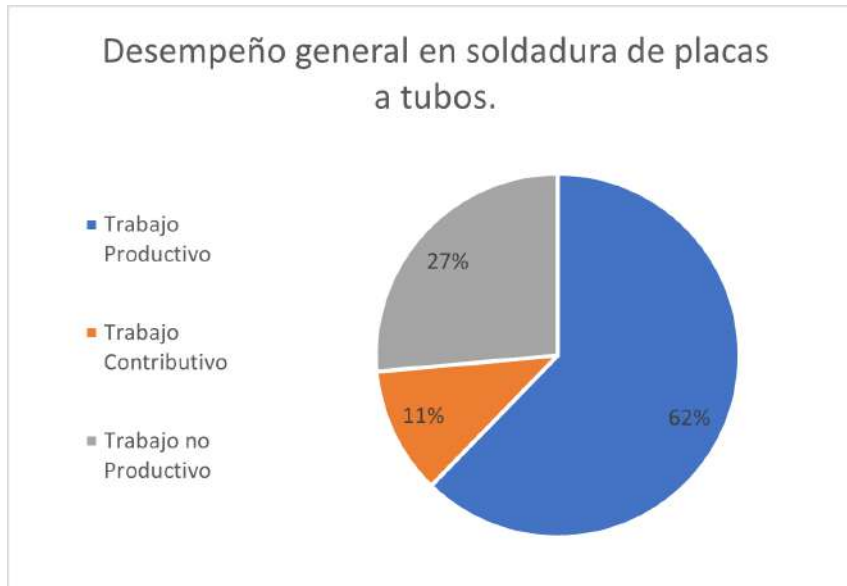
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.



**Cuadro 28.** Medición Five minutes Rating en soldadura de placas a tubos, segunda parte.

| Proceso: Soldadura de placas a tubos. |                            |                              |                       |             |          |
|---------------------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------|----------|
| Intervalos @5 min                     | Trabajo<br>Produc-<br>tivo | Trabajo<br>Contributi-<br>vo | Trabajo no productivo |             |          |
|                                       | Soldando                   | Transportand<br>tubos        | Observando            | Deambulando | Hablando |
| 10:35 a.m.                            | S2                         |                              |                       | S1          |          |
| 10:40 a.m.                            | S2                         |                              |                       | S1          |          |
| 10:45 a.m.                            |                            | S1,S2                        |                       |             |          |
| 10:50 a.m.                            | S2                         |                              |                       | S1          |          |
| 10:55 a.m.                            | S1,S2                      |                              |                       |             |          |
| 11:00 a.m.                            | S1                         |                              |                       | S2          |          |
| 01:35 a.m.                            | S1                         |                              |                       | S2          |          |
| 01:40 a.m.                            | S1                         | S2                           |                       |             |          |
| 01:45 a.m.                            | S1                         |                              |                       | S2          |          |
| 01:50 a.m.                            | S1                         |                              | S2                    |             |          |
| 01:55 a.m.                            | S1                         |                              |                       |             | S2       |
| 02:00 a.m.                            | S1                         |                              |                       |             | S2       |
| 02:05 a.m.                            | S2                         | S1                           |                       |             |          |
| 02:10 a.m.                            | S1                         |                              | S2                    |             |          |
| 02:15 a.m.                            | S1,S2                      |                              |                       |             |          |
| 02:20 a.m.                            | S1,S2                      |                              |                       |             |          |
| 02:25 a.m.                            | S1,S2                      |                              |                       |             |          |
| 02:30 a.m.                            | S1,S2                      |                              |                       |             |          |
| <b>Observaciones</b>                  | <b>33</b>                  | <b>6</b>                     | <b>14</b>             |             |          |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.



**Figura 34.** Desempeño general en la actividad de soldadura de placas en tubos de hierro.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

En la actividad de soldadura de placas a tubos estructurales, se identificó que los soldadores con ayuda de un ayudante colocaban una pieza a la vez sobre las burras, lo que provocaba que se requiriera la ayuda constante del ayudante para bajar y colocar una nueva pieza, por lo que en ocasiones el soldador tenía que esperar a que se desocupara el ayudante de sus tareas, aun así, mostró una buena productividad del 62 %, pero con un trabajo no productivo del 27 %, tal como se muestra en la Figura 34, por lo que es un proceso que tiene un buen margen de mejora si se soluciona la manera en la que se requiere al ayudante para dicha actividad. Las mediciones tomadas se muestran en los Cuadros 27 y 28.

## Proceso Limpieza y pintura de clavadores Z

**Cuadro 29.** Medición Five minutes Rating en limpieza y pintura de clavadores, primera parte.

| Proceso: Limpieza y pintura de clavadores |                      |                      |                        |                       |           |
|-------------------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-----------|
| Intervalos @5 min                         | Trabajo Productivo   | Trabajo Contributivo |                        | Trabajo no productivo |           |
|                                           | Limpiando y pintando | Preparando pintura   | Transportando clavador | En el baño            | Esperando |
| 08:15 a.m.                                |                      |                      | A1,A2                  |                       |           |
| 08:20 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 08:25 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 08:30 a.m.                                |                      | A2                   |                        |                       | A1        |
| 08:35 a.m.                                |                      | A1,A2                |                        |                       |           |
| 08:40 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 08:45 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 08:50 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 08:55 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 09:00 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 09:05 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 09:45 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 09:50 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 09:55 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 10:00 a.m.                                | A1                   |                      |                        | A2                    |           |
| 10:05 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

**Cuadro 30.** Medición Five minutes Rating en limpieza y pintura de clavadores, segunda parte.

| Proceso: Limpieza y pintura de clavadores |                      |                      |                        |                       |           |
|-------------------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-----------|
| Intervalos @5 min                         | Trabajo Productivo   | Trabajo Contributivo |                        | Trabajo no productivo |           |
|                                           | Limpiando y pintando | Preparando pintura   | Transportando clavador | En el baño            | Esperando |
| 10:10 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 10:15 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 10:20 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 10:25 a.m.                                |                      | A1,A2                |                        |                       |           |
| 10:30 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 10:35 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 10:40 a.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 10:45 a.m.                                |                      |                      | A1,A2                  |                       |           |
| 02:35 p.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 02:40 p.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 02:45 p.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 02:50 p.m.                                |                      | A2                   |                        |                       | A1        |
| 02:55 p.m.                                | A1                   | A2                   |                        |                       |           |
| 03:00 p.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 03:05 p.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 03:10 p.m.                                | A1                   |                      |                        | A2                    |           |
| 03:15 p.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 03:20 p.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 03:25 p.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| 03:30 p.m.                                | A1,A2                |                      |                        |                       |           |
| <b>Observaciones</b>                      | <b>30</b>            | <b>7</b>             |                        | <b>4</b>              |           |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.



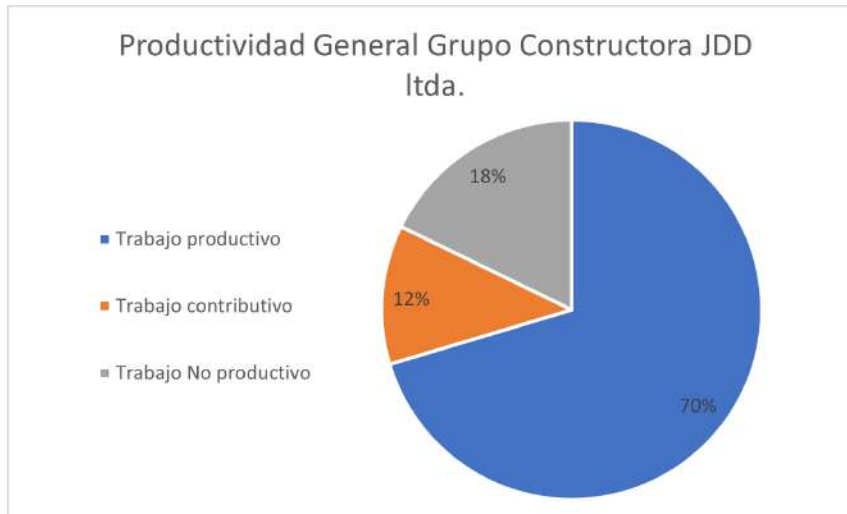
**Figura 35.** Desempeño general en la actividad de limpieza y pintado de clavadores.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

En la actividad de limpieza y pintura de clavadores, a diferencia de la actividad de soldadura de placas, se trabajaban diez piezas a la vez, lo que mejoraba el flujo de trabajo, estas mediciones se pueden apreciar en los Cuadros 29 y 30, teniendo una productividad del 73 %, mostrada en la Figura 35, lo cual indica una productividad promedio en esta tarea. A partir de los resultados obtenidos, se determinó mediante la suma de las observaciones de cada actividad medida, mostrada en el Cuadro 31, una productividad general de la empresa constructora.

**Cuadro 31.** Productividad General de la empresa Grupo Constructora JDD Ltda.

| Observaciones totales de productividad Grupo Constructora JDD Ltda. |                      |                       |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Trabajo productivo                                                  | Trabajo contributivo | Trabajo No productivo |
| 102                                                                 | 19                   | 26                    |

Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.



**Figura 36.** Productividad de la empresa Grupo Constructora JDD Ltda.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.

La productividad general de la empresa constructora mostrada en la figura 36, muestra un total de trabajo productivo del 70 %, por lo que según lo indicado el Cuadro 2, esto la clasifica con una productividad promedio. En vista a los resultados obtenidos, no se identificó procesos que provocaran desperdicios de tiempo significativos, como para provocar la problemática investigada.

## Propuesta de solución (Objetivo específico 3)

A partir de las causas detectadas, consultas realizadas a cuatro profesionales expertos en la administración de proyectos constructivos, y la guía del PMbok (PMI, 2017), seleccionando las alternativas más viables y planteando tres mejoras a implementar en la empresa, las cuales no dependen entre ellas pero buscan una mejora en conjunto de la situación actual de la empresa.

### Contratación de Encargado General

Debido a la sobre carga que tiene el dueño de la empresa con las actividades de administración, supervisión y ejecución de los proyectos, el contratar un encargado general que esté a cargo de actividades que normalmente realiza el dueño de la empresa, permitiría a este último enfocarse en actividades meramente administrativas de la empresa, dando la atención que requiere cada proyecto y enfocarse en la búsqueda de nuevos proyectos, de manera que el flujo de trabajo en la empresa sea constante. En la Figura 37 se muestra la estructura actual de la empresa, y en la Figura 38 sería la estructura organizacional con la contratación de un encargado general, el cual tendría entre sus funciones:

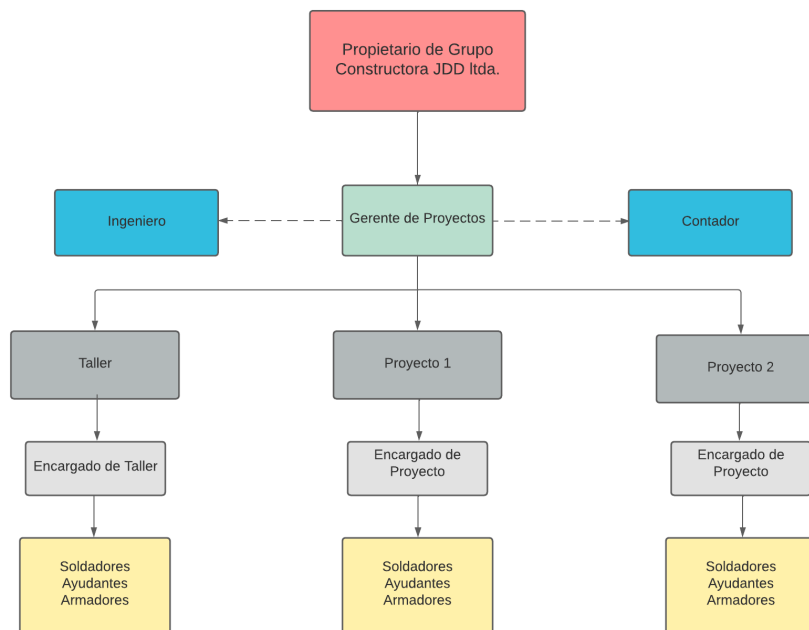
- Supervisión de proyectos.
- Proveeduría de materiales y equipo.
- Comunicación con interesados de proyecto.
- Visitas de evaluación de proyectos.
- Solucionar problemas en conjunto a los encargados de proyecto.
- Administración total de proyectos menores.

Con esto se busca solventar el bajo rendimiento de los trabajadores cuando se encuentra en ausencia el encargado de obra, por medio de la sustitución de este, cuando no pueda asistir, asegurando el avance de proyecto guiando a los trabajadores con lo planificado, además, al contar con una persona a cargo de la supervisión, control de obras, proveeduría y visitas a proyectos, disminuiría la carga sobre el administrador de la empresa, lo que le permitirá enfocarse en la administración, planificación y búsqueda de nuevos proyectos.

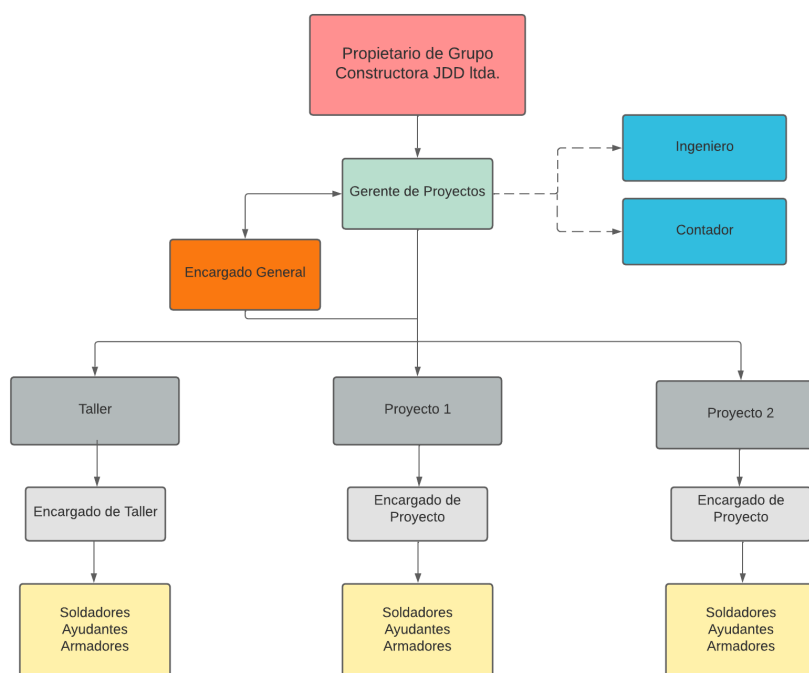
El ingreso del encargado general significaría la delegación de actividades que antes realizaba el dueño de la empresa, incluso siendo factible la posibilidad de delegar proyectos de menor magnitud para su administración, haciéndose cargo el dueño de la empresa únicamente de la suministración de equipo y del presupuesto destinado al proyecto, quedando un porcentaje de utilidad fijo para la empresa, a convenir entre ambas partes, lo cual, aunque significa una disminución en el porcentaje de ingresos para la empresa, proporciona un incentivo al encargado general para desarrollarse de manera más eficiente, ya que de sus resultados dependerá la utilidad que tendrá para sí mismo.

El encargado general, a partir de su relación más cercana con los clientes mejoraría la situación sobre la coordinación, esto mediante su comunicación constante con ellos, mediante los canales de comunicación implementados para cada proyecto, lo que generaría una respuesta más rápida y adecuada. Para esto el encargado general debe contar con las siguientes cualidades:

- Conocimiento de procesos constructivos en acero.
- Disponibilidad para desplazarse a todo el país.
- Capacidad de negociación con proveedores.
- Tener cualidades de líder.
- Contar con permiso de conducción B2.



**Figura 37.** Estructura organizacional actual de la empresa constructora.  
Fuente: Autoría propia, en software Lucidspark®.



**Figura 38.** Estructura organizacional con propuesta para la empresa constructora.  
Fuente: Autoría propia, en software Lucidspark®.



La contratación de un encargado general busca tratar las siguientes subcausas del problema presentado en la Figura 21.

- Bajo rendimiento de personal en ausencia del encargado de proyecto.
- Tiempo del administrador dedicado a cada proyecto de manera desproporcionada.
- Administrador encargado de todas las funciones de la empresa, incluyendo ejecución de proyectos.

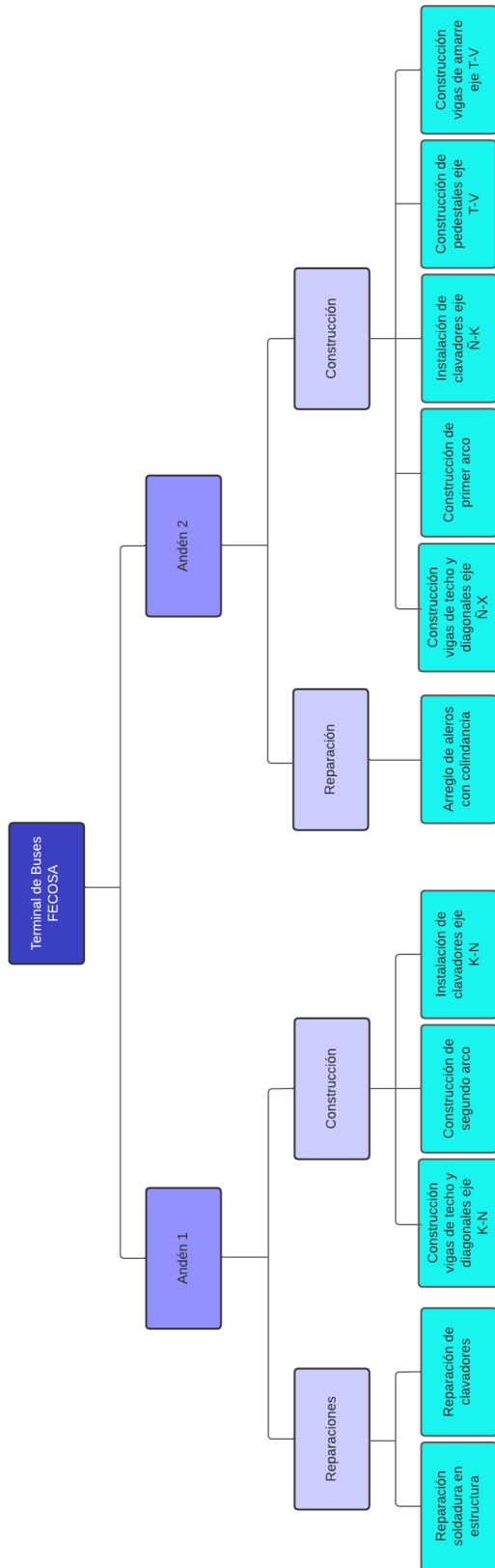
## **Estandarizar procedimientos para la gestión de las áreas con mayor oportunidad de mejora**

La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos PMbok del PMI (2017) enseña sobre diez áreas de conocimiento para la dirección de proyectos, de los cuales, sabiendo las problemáticas y las causas que muestra la empresa constructora, la propuesta de solución se enfoca en tres de estas áreas.

### **1. Gestión del alcance del proyecto**

En esta área el director de proyecto debe tener conocimiento de como recopilar las características y requerimientos del proyecto a realizar, y determinar cuál va a ser el alcance del proyecto y como se van a realizar cambios en este en caso de ocuparse, es importante conocer este proceso ya que de este depende cual va a ser la labor por realizar para llegar con éxito al cierre del proyecto, cumpliendo con los objetivos establecidos. La creación de un EDT es el producto de este proceso, un ejemplo de este, se muestra en la Figura 39. Los pasos a seguir para este proceso son:

- a) Definir alcance del proyecto con el cliente según sus requerimientos.
- b) Definir las actividades necesarias para cumplir el alcance del proyecto.
- c) Crear la EDT con las actividades principales, y un desglose detallado de las subactividades necesarias para culminar dicha actividad.
- d) Validación del EDT con el cliente.
- e) Establecer los medios por los cuales se realizarán los cambios al alcance del proyecto
- f) Controlar el alcance del proyecto.



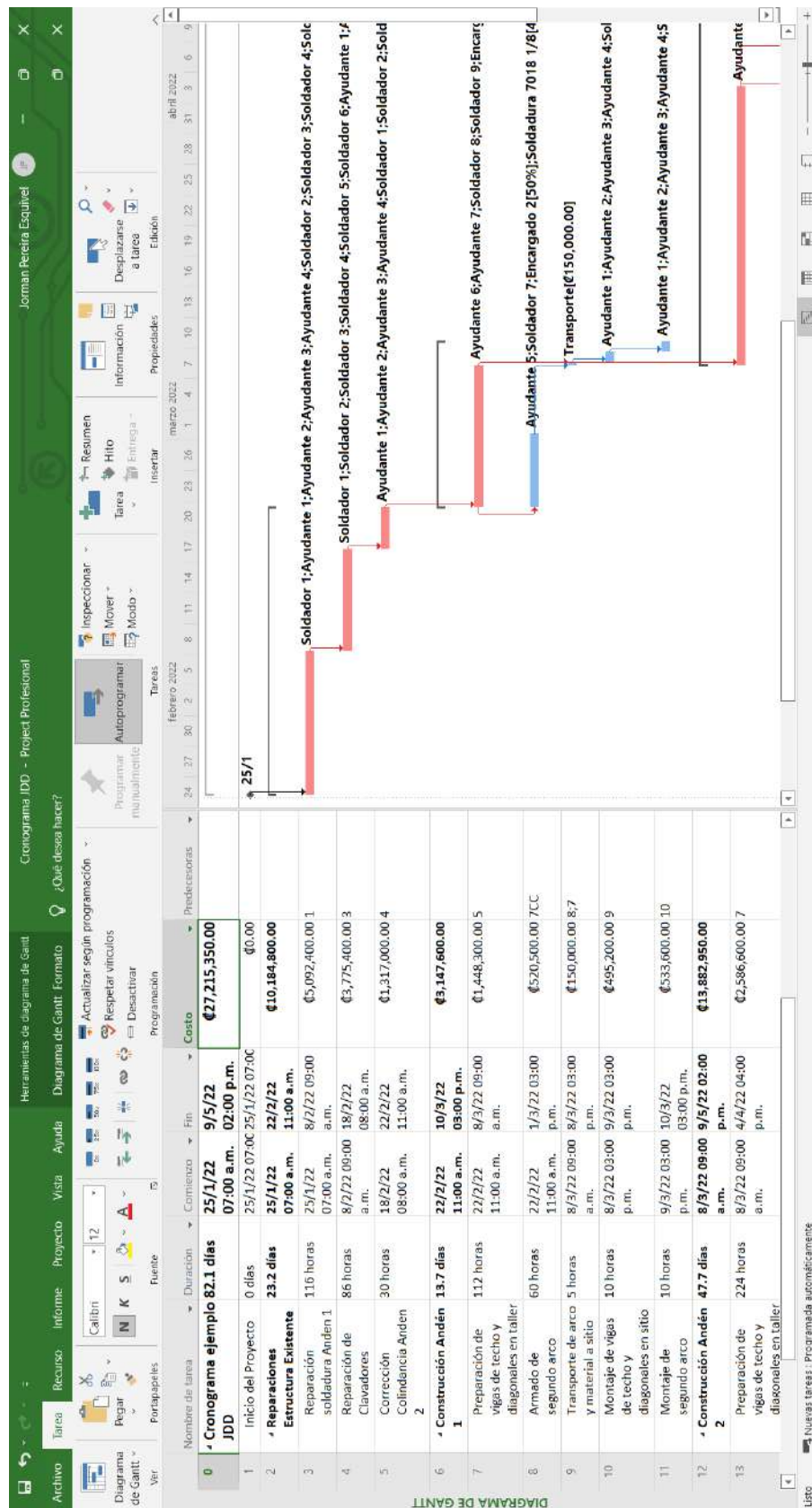
**Figura 39.** Ejemplo de Estructura de Descomposición del Trabajo.  
Fuente: Autoría propia, en software Lucidspark®.

## 2. Gestión de cronograma del proyecto

El proceso de gestión de cronograma del proyecto, es un proceso importante a implementar en la empresa constructora, ya que en todo proyecto por más pequeño que sea se debe contar con un cronograma que guíe el trabajo en cada una de sus etapas, y de esta manera tener un punto de comparación de lo esperado, con lo real, y de esta manera en caso de tener deficiencias, poder corregirlas a tiempo, evitando atrasos y sobre costos en la obra.

Debido a el conocimiento del dueño de la empresa, se plantea la utilización del software MS Project®, en la Figura 40 se muestra el programa que se sugiere, un software de fácil uso, y que ofrece un detalle de elementos de gran utilidad, como el personal a asignar, equipo, materiales e incluso presupuesto. Esto ayudará a los encargados de proyecto a saber que recursos serán necesarios para cada etapa, lo que permitirá hacer con planificación las solicitudes de los recursos por parte de ellos, evitando contratiempos y solicitudes de materiales a última hora. Los procesos a seguir son los siguientes:

- a) Determinar los plazos de ejecución de las actividades definidas en el alcance mediante rendimientos de mano de obra.
- b) Ingreso de actividades junto con sus plazos al programa MS Project®.
- c) Asignar las secuencias lógicas de cada actividad en el programa MS Project®.
- d) Asignación de recursos (mano de obra, materiales y equipos) a cada actividad en el software.
- e) Verificación de cronograma con el cliente.
- f) Distribución de cronograma a interesados de proyecto.
- g) Control constante de dicho cronograma (como mínimo una vez a la semana).



**Figura 40.** Ejemplo de planificación con software MS Project®.  
Fuente: Autoría propia, en software MS Project®.

En campo y en taller se debe implementar el uso del método Kanban, estas son pizarras con columnas que se pueden definir en función al proyecto, siendo las más básicas la lista de tareas que hay que realizar, las que están listas para ejecutarse, las que están en progreso, y las tareas terminadas, donde cada tarea se registra por medio de tarjetas visuales, y estas se van desplazando según el flujo de trabajo, permitiendo saber cuándo un producto está terminado para entregarse al cliente, y cuales son las tareas siguientes a ejecutar. Un ejemplo del uso de estas pizarras se muestra en la Figura 41

Se debe definir los límites de trabajo, esto quiere decir la cantidad máxima de tareas que puede haber en cada etapa, lo que permite a los trabajadores concentrarse en dicha etapa para sacar las tareas que se están atrasando. Esto permite a los trabajadores tener una perspectiva de lo que se esta haciendo y lo que falta por hacer, evitando que se inicie la jornada laboral sin tener conocimiento de los labores por venir, hasta que el encargado de sitio les diga que se va a realizar.



**Figura 41.** Ejemplo de metodología Kanban para proyectos de construcción  
Fuente: Palacios, 2016.

En todo proyecto se debe realizar la ejecución en paralelo al control, esta última solo puede ser posible cuando se realiza la planificación, ya que este será el punto de referencia para comparar los resultados que se están obteniendo, es por esto que la utilización de tablas para llevar un control de avance de obra y de costos es una herramienta de suma ayuda a la hora de verificar el avance en proyecto, siendo un indicador del estado de cada actividad del proyecto, e indicando cuantitativamente el avance y el impacto económico de esta.

|                                                                                                                          |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-----------------------|----------|-------|---------|-------|--------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|
| Autoguardado Jorman Pereira Esquivel Buscar (Alt+F2) Control de costos - Fórmulas Datos Revisar Vista Complementos Ayuda |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| Archivo                                                                                                                  | Inicio | Insertar | Disposición de página | Fórmulas | Datos | Revisar | Vista | Complementos | Ayuda |   |   |   |   |   |   |   |
| W8                                                                                                                       |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                                                                                          | A      | B        | C                     | D        | E     | F       | G     | H            | I     | J | K | L | M | N | O | P |
|                                                                                                                          |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 4                                                                                                                        |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 5                                                                                                                        |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 6                                                                                                                        |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 7                                                                                                                        |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 8                                                                                                                        |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 9                                                                                                                        |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 10                                                                                                                       |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 11                                                                                                                       |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 12                                                                                                                       |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 13                                                                                                                       |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 14                                                                                                                       |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 15                                                                                                                       |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 16                                                                                                                       |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 17                                                                                                                       |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 18                                                                                                                       |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 19                                                                                                                       |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 20                                                                                                                       |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 21                                                                                                                       |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 22                                                                                                                       |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 23                                                                                                                       |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |
| 24                                                                                                                       |        |          |                       |          |       |         |       |              |       |   |   |   |   |   |   |   |

| Nombre Proyecto                                      |  | Actividad | Cantidad | Unidad | Costo Unitario | Presupuesto inicial | Porcentaje del costo total | Fecha de inicio | Fecha de finalización (esperada) | Programación | % Avance Planeado | % Avance Real | % Faltante para finalización | Gasto Planeado Teórico | Gasto en facturas | Gasto según % real | Diferencia Facturas - % real | Diferencia Teórico - Real | Orden Extra |
|------------------------------------------------------|--|-----------|----------|--------|----------------|---------------------|----------------------------|-----------------|----------------------------------|--------------|-------------------|---------------|------------------------------|------------------------|-------------------|--------------------|------------------------------|---------------------------|-------------|
| Reparación solidad ira                               |  | Arden 1   |          |        |                | Q 5.092.400,00      | 18,71%                     | 25/1/2022       | 8/2/2022                         | 100%         | 100%              | 100%          | 0,00%                        | Q 5.092.400,00         | Q 5.000.000,00    | Q 5.092.400,00     | Q 92.400,00                  | Q -                       |             |
| Reparación de Clavadores                             |  | Arden 2   |          |        |                | Q 3.775.400,00      | 13,87%                     | 8/2/2022        | 18/2/2022                        | 100%         | 100%              | 100%          | 0,00%                        | Q 3.775.400,00         | Q 3.850.000,00    | Q 3.775.400,00     | Q 74.600,00                  | Q -                       |             |
| Corrección Colindancia Arden 2                       |  | Arden 2   |          |        |                | Q 1.317.000,00      | 4,84%                      | 18/2/2022       | 22/2/2022                        | 100%         | 100%              | 100%          | 0,00%                        | Q 1.317.000,00         | Q 1.200.000,00    | Q 1.317.000,00     | Q 117.000,00                 | Q -                       |             |
| Preparación de vigas de techo y diagonales en taller |  | Arden 2   |          |        |                | Q 1.448.300,00      | 5,32%                      | 22/2/2022       | 8/3/2022                         | 35%          | 35%               | 40%           | 60,00%                       | Q 506.905,00           | Q 730.000,00      | Q 579.320,00       | Q 150.680,00                 | Q 72.415,00               |             |
| Armado de segundo arco                               |  | Arden 2   |          |        |                | Q 520.500,00        | 1,91%                      | 22/2/2022       | 1/3/2022                         | 90%          | 90%               | 75%           | 25,00%                       | Q 468.450,00           | Q 400.000,00      | Q 390.375,00       | Q 9.625,00                   | Q 78.075,00               |             |
| Transporte de arco y material a sitio                |  | Arden 2   |          |        |                | Q 150.000,00        | 0,55%                      | 8/3/2022        | 8/3/2022                         | 0%           | 0%                | 0%            | 100,00%                      | Q -                    | Q -               | Q -                | Q -                          | Q -                       |             |
| Montaje de vigas de techo y diagonales on Sitio      |  | Arden 2   |          |        |                | Q 495.200,00        | 1,82%                      | 8/3/2022        | 9/3/2022                         | 0%           | 0%                | 0%            | 100,00%                      | Q -                    | Q -               | Q -                | Q -                          | Q -                       |             |
| Montaje de segundo arco                              |  | Arden 2   |          |        |                | Q 533.600,00        | 1,96%                      | 9/3/2022        | 10/3/2022                        | 0%           | 0%                | 0%            | 100,00%                      | Q -                    | Q -               | Q -                | Q -                          | Q -                       |             |
| Preparación de vigas de techo y diagonales en taller |  | Arden 2   |          |        |                | Q 2.586.600,00      | 9,50%                      | 8/3/2022        | 4/4/2022                         | 0%           | 0%                | 0%            | 100,00%                      | Q -                    | Q -               | Q -                | Q -                          | Q -                       |             |
| Armado de arco                                       |  | Arden 2   |          |        |                | Q 520.500,00        | 1,91%                      | 1/4/2022        | 8/4/2022                         | 0%           | 0%                | 0%            | 100,00%                      | Q -                    | Q -               | Q -                | Q -                          | Q -                       |             |
| Preparación de Clavadores                            |  | Arden 2   |          |        |                | Q 979.000,00        | 3,60%                      | 8/4/2022        | 16/4/2022                        | 0%           | 0%                | 0%            | 100,00%                      | Q -                    | Q -               | Q -                | Q -                          | Q -                       |             |
| Transporte de arco y material a sitio                |  | Arden 2   |          |        |                | Q 150.000,00        | 0,55%                      | 8/4/2022        | 9/4/2022                         | 0%           | 0%                | 0%            | 100,00%                      | Q -                    | Q -               | Q -                | Q -                          | Q -                       |             |
| Montaje de vigas de techo y diagonales en sitio      |  | Arden 2   |          |        |                | Q 5.158.550,00      | 18,95%                     | 9/4/2022        | 27/4/2022                        | 0%           | 0%                | 0%            | 100,00%                      | Q -                    | Q -               | Q -                | Q -                          | Q -                       |             |
| Montaje de arco                                      |  | Arden 2   |          |        |                | Q 541.150,00        | 1,99%                      | 27/4/2022       | 28/4/2022                        | 0%           | 0%                | 0%            | 100,00%                      | Q -                    | Q -               | Q -                | Q -                          | Q -                       |             |
| Transporte de clavadores                             |  | Arden 2   |          |        |                | Q 120.000,00        | 0,44%                      | 16/4/2022       | 9/5/2022                         | 0%           | 0%                | 0%            | 100,00%                      | Q -                    | Q -               | Q -                | Q -                          | Q -                       |             |
| Instalación de Clavadores                            |  | Arden 2   |          |        |                | Q 3.827.150,00      | 14,06%                     | 28/4/2022       | 9/5/2022                         | 0%           | 0%                | 0%            | 100,00%                      | Q -                    | Q -               | Q -                | Q -                          | Q -                       |             |
| TOTALES                                              |  |           |          |        |                | Q 27.215.350,00     |                            |                 |                                  |              |                   |               |                              | Q 11.160.135,00        | Q 11.180.000,00   | Q 11.154.895,00    | Q 25.505,00                  | Q 5.660,00                |             |
| Hoja1 Sheet1                                         |  |           |          |        |                |                     |                            |                 |                                  |              |                   |               |                              |                        |                   |                    |                              |                           |             |

Figura 42. Ejemplo de tabla de control para proyectos parte 1.  
Fuente: Autoría propia, en software Microsoft Excel®.





En la Figura 42 y 43, se presenta la tabla de control que se planteo en la empresa constructora, donde la primer columna hace referencia a la actividad, la columna 2 indica la cantidad de trabajo en las unidades especificadas en la columna 3, la columna 4 indica el costo por la unidad especificada, en la columna 5 se muestra el total del presupuesto establecido para dicha actividad, este presupuesto se obtiene de lo planificado en MS Project®, y en la columna 6 se muestra el porcentaje que representa cada actividad del presupuesto total para el proyecto . En las columnas 7 y 8 se muestran las fechas de inicio y finalización planificadas de cada actividad, en la columna 9 el porcentaje de avance planificado para la fecha de corte, mientras que en la columna 10 se muestra el avance real de la actividad a la fecha de corte y en la columna 11 se muestra el avance faltante para su finalización.

En la tabla de control se puede registrar los costos de las actividades para ver el impacto que esta teniendo el avance, y de ser necesario hacer las correcciones pertinentes para evitar sobrecostos y tiempos adicionales de ejecución que puedan provocar multas por atrasos. A partir de la columna 12 se tiene el gasto planificado para cada actividad a partir del avance planificado, mientras que en la columna 13 se tiene el gasto en facturas a la fecha, y en la columna 14 se muestra cual debería ser el gasto real con el porcentaje de avance de dicha actividad, esto con el fin de ver si además de estar atrasada una actividad, esta teniendo sobrecostos, lo cual se muestra en la columna 15, y la diferencia de lo planificado con lo real se muestra en la columna 16.

Cuando se realizan órdenes de cambio, estos deben ser registrado en las tablas de control para ser considerados en los costos de dichas actividades, es por esto que en las columnas 17 y 18, se registra los Extra, que representan cambios que agregan un costo adicional, y los Créditos representan cambios que disminuyen el costo de la actividad, ya sea por materiales, o mano de obra. La columna 19 muestra el presupuesto de la actividad actualizado con las órdenes de cambio, mientras que en la columna 20 se tiene la diferencia del presupuesto actualizado y el planificado original.

En la columna 21 se hace una proyección del costo total de la actividad en función del costo en facturas, esto se realiza con la ecuación 8, por ultimo se muestra la diferencia del presupuesto proyectado y el actualizado en la columna 22, esto representa el impacto económico que ha representado los atrasos o adelantos en dicha actividad.

$$P.P = GastoFact. + (100\% - Ava.Real) * Presu.Actualizado \quad (8)$$

### 3. Gestión de las comunicaciones del proyecto



El tercer proceso a implementar es la gestión de las comunicaciones del proyecto, en donde para cada proyecto se debe establecer los medios de comunicación pertinentes, en función de las capacidades y comodidad o preferencia del cliente, esto para mantener un contacto cercano y facilitar los procesos de intercambio de información, esto puede ir desde medios informales como lo son redes sociales, hasta medios más formales como lo son correos, medios escritos o reuniones.

Para tener un mayor control sobre la comunicación con los interesados del proyecto, se debe implementar el uso de documentos específicos según la información, por lo que se plantea el uso de documentos para la solicitud de información (RFI), para órdenes de cambio de algún material, proceso, o incluso el alcance del proyecto, y para aprobación de algún producto o material (Submittal) que se vaya a emplear en el proyecto, diferente a lo planificado, dichos documentos se muestran en la sección de anexos.

Con la implementación de documentos específicos para cada caso, se pretende mejorar el control de las modificaciones del proyecto, haciendo nuevas estimaciones de tiempos y costos a partir de lo solicitado, con el fin de que se tenga claro por parte de ambas partes el impacto que producirá dichos cambios al proyecto, servir como pruebas en casos futuros por incongruencias entre la constructora y el cliente en el plazo de entrega del proyecto, y evitar información errónea. El proceso a seguir es el siguiente.

- a) Presentación de los encargados de proyecto y encargado general a los interesados de proyecto.
- b) Establecimiento de canal de comunicación a preferencia del cliente.
- c) Dar a conocer al cliente la manera en que se realizarán los cambios al alcance, modificaciones de materiales o equipos, las solicitudes de información, y la aprobación de materiales o equipos a instalar.
- d) Monitorear que los medios de comunicación implementados sean efectivos.

La estandarización de procesos busca tratar las siguientes subcausas del problema presentado en la Figura 21.

- No se realizan procesos documentados para modificación del alcance de proyecto.
- No se generan cronogramas para planificación y control de actividades.
- No hay planificación para solicitud de materiales.
- Los encargados de obra no realizan los pedidos de materiales con planificación.
- Alta rotación del personal, perdiendo la experiencia ganada.

## Implementación de equipo para control de tiempos del personal

Debido a que se presentan inconsistencias con los tiempos de trabajo y descanso, se propone la utilización de equipo de marcación de entrada y salida del personal como el mostrado en la Figura 44, esto para llevar un mejor control del personal en cuanto a sus tiempos de trabajo, evitando que se produzca errores a la hora de realizar la planilla los encargados de proyecto, además ser una herramienta que procura el cumplimiento de horarios en ausencia del encargado de proyecto.



**Figura 44.** Equipo Acroprint 125 para control de entradas y salidas de personal.  
Fuente: Relojes Marcadores Control Duran S.A.

Además del uso de un marcador de tiempos, se propone la implementación de alarmas programables para indicar los tiempos de inicio y finalización de descansos, con el fin de que se evite tiempos de descanso mayores a los establecidos, y de que se estandarice un tiempo fijo, en vez de que se modifique a decisión de los trabajadores.

La implementación de equipo para control de tiempos del personal busca tratar las siguientes subcausas del problema presentado en la Figura 21.

- Tiempos de descanso excesivo
- Bajo rendimiento de personal en ausencia de encargado de proyecto.

## Implementación de la propuesta (Objetivo específico 4)

Para la implementación de la propuesta, primeramente se realizó una reunión con el dueño de la empresa para exponer los resultados obtenidos y dar a conocer las causas de la problemática encontrada. Para esto se abordó el problema por partes y seguidamente se presentó la solución planteada, en conjunto a una introducción a la utilización de las herramientas otorgadas para

planificación y control de proyectos, esta tras su revisión por parte del dueño de la empresa, mencionó "La propuesta me parece muy bien, y la podemos aplicar en los proyectos siguientes, ya que es lo que hemos estado buscando implementar, pero por falta de tiempo no se había hecho" (Torres D, comunicación personal, 24 de junio del 2022), prueba de esto se muestra en la Figura 45. Esta propuesta para poder ser aplicada y verificada, era indispensable la concesión de un nuevo proyecto en el cual se pudieran aplicar las medidas, pero a la fecha de culminación de este proyecto, no hubieron proyectos nuevos en los cuales se pudiera realizar dichas actividades.



**Figura 45.** Aprobación de propuesta del representante legal de la empresa constructora  
Fuente: Grupo Constructora JDD Ltda, 2022.

# Conclusiones

La investigación motivacional de los trabajadores de la empresa Grupo Constructora JDD Ltda. no detectó una causa que pudiera afectar el rendimiento de los trabajadores y provocar atrasos en la obra. A partir de las preguntas directas sobre causas de los atrasos en proyectos, y la observación directa, se pudo detectar las causas del problema, identificando cuatro áreas, las cuales son la parte administrativa, los procesos seguidos en la empresa en la planificación, el personal, y el cliente, identificando como el verdadero problema la deficiencia en la planificación, control y ejecución, dando como consecuencia atrasos de entrega en proyectos.

La medición de rendimientos obtenidos sirvieron como insumos para aplicar en los procesos de planificación de la empresa, ya que la empresa constructora no realiza una estimación de rendimientos por actividades de los proyectos, sino por un rendimiento total del proyecto, lo que agrega mayor incertidumbre en la estimaciones de plazos de ejecución, ya que los proyectos pueden presentar diferentes condiciones que afecten dicha estimación. En total se obtuvieron los rendimientos de ocho actividades, las cuales corresponden a actividades que comúnmente se ejecutan en la mayoría de proyectos que realizan.

La aplicación de la metodología Five Minutes Rating en las actividades de taller de la empresa constructora, identificó que la productividad general es del 70 %, calificándola con una productividad promedio, y no se detectaron actividades que estuviesen produciendo atrasos en los proyectos, por lo que no se propuso ninguna mejora en la parte de procesos constructivos.

Las entrevistas realizadas a profesionales expertos en la administración de la construcción, proporcionaron alternativas diferentes entre ellas, de las cuales se pudo seleccionar las más aptas para la empresa y plantearlas en la propuesta para la aprobación del dueño de la empresa constructora estudiada. La propuesta planteada consta de tres partes, la contratación de un encargado general, estandarización de procesos y por último la implementación de equipo para ayudar a tener un control sobre los horarios de trabajo.

La propuesta de solución fue aceptada por el dueño de la empresa, pero la aplicación y verificación de esta no pudo ser ejecutada, debido a que no se presentó nuevos proyectos para su ejecución al tiempo de finalización de este proyecto, por lo que el dueño de la empresa aseguró aplicarla en futuros proyectos.

# Recomendaciones

1. Se recomienda a la empresa constructora realizar mediciones de rendimientos a todas las actividades que realiza la empresa y no fueron medidas en este proyecto, de manera que cuenten con una base de datos de rendimientos para estimaciones de plazos y costos en futuros proyectos.
2. Se recomienda a la empresa constructora realizar un estudio del proceso de estimación de costos en la empresa, ya que al no hacer un debido proceso en la planificación, podría presentar deficiencias al realizar los cálculos de costos de los proyectos.
3. Se recomienda a futuras investigaciones sobre problemas de incumplimiento de plazos de entrega de proyectos, considerar todas las posibles áreas que puedan afectar la productividad de la empresa, ya que a pesar de tener un problema identificado, este puede deberse a un problema mayor, por lo que es importante contemplar cada aspecto, como la planificación, rendimientos, motivación, equipos utilizados, procesos, entre otros.
4. En la medición de productividad, se recomienda a futuros investigadores, emplear equipos de grabación, ya que la presencia de una persona vigilando u observando al personal, puede alterar los resultados.
5. Se recomienda a la empresa Grupo Constructora JDD Ltda. evaluar al personal que se encuentra en el Proyecto de Puerto Jiménez, ya que estos podrían presentar causas del problema diferentes a las encontradas con el personal estudiado.
6. Se recomienda a la empresa Grupo Constructora JDD Ltda. aplicar la propuesta en proyectos futuros y verificar la eficacia de la solución planteada, de manera que se pueda identificar puntos a mejorar para un mejor resultado.
7. Se recomienda a la empresa que conforme vaya madurando en la incorporación de procesos de gestión de proyectos, valore la incorporación de otras áreas de gestión recomendadas por el PMI.

# Agradecimientos

Le doy mis agradecimientos primeramente a mi madre Betzaida Esquivel y a mi padre Fernando Pereira por su apoyo continuo durante estos años de estudio de mi carrera, ya que ellos me motivaron a seguir con mis estudios y dar lo mejor de mí.

Le agradezco al profesor Ing. Milton Sandoval por ser mi profesor guía y acompañarme en esta etapa, ofreciéndome su ayuda en todo momento.

Le doy gracias a los profesores Ing. Manuel Alán, Ing. Luis Rojas, Ing. Miguel Artavia y al Ing. Mauricio Araya, por el apoyo y consejos dados para resolver mi proyecto de graduación.

Por ultimo, le doy un agradecimiento a la empresa Grupo Constructora JDD Ltda, por abrirme sus puertas y permitirme realizar mi proyecto de graduación con ellos, especialmente al dueño de la empresa Didier Torres por su tiempo y ayuda dada de manera muy amable.

# Referencias

- Botero, L. (2002). *La motivación laboral como un detonante para el mejor desempeño en las pequeñas empresas en la ciudad de Puebla*. Inf. téc. Universidad EAFIT.
- Brenes, J. (2014). *Análisis de rendimientos y productividad de mano de obra para la empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor SA*. [Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio institucional. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6728>.
- Leandro, A. (2018). *Manual de las buenas prácticas para incrementar la productividad en procesos de construcción*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Page, J. (1997). *Estimator's General Construction Man-Hour Manual*. 2.<sup>a</sup> ed. Gulf Professional Publishing.
- Palacios, J. (2016). *Empezar con el método Kanban, guía de cinco pasos*. Jerónimo Palacios & Associates.
- PMI (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMbok)*. 6.<sup>a</sup> ed. Project Management Institute.
- Ramírez, R., Abreu L. y Badii M. (2008). *La motivación laboral, factor fundamental para el logro de objetivos organizacionales: Caso empresa manufacturera de tubería de acero*. Inf. téc. Daena: International Journal of Good Conscience.
- Rivas, A. (2018). *La motivación laboral como un detonante para el mejor desempeño en las pequeñas empresas en la ciudad de Puebla*. [Tesis de maestría, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. Repositorio institucional. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/925>.
- Rojas, L. (2021). *Apuntes del curso Diseño de procesos constructivos: Productividad*. Cartago: Tecnológico de Costa Rica.
- Serpell, A. (2002). *Administración de Operaciones de Construcción*. Ediciones Universidad Católica de Chile.

# Apéndices

|                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Imágenes de las actividades realizadas en taller para el proyecto de Terminal de buses de FECOSA. . . . .                        | 98  |
| 2. Imágenes de los defectos en la estructura existente que debían ser reparados en el proyecto Terminal de buses de FECOSA. . . . . | 108 |
| 3. Imágenes de actividades realizadas en sitio del proyecto y avance del proyecto Terminal de buses de FECOSA. . . . .              | 111 |

**Apéndice 1.** Imágenes de las actividades realizadas en taller para el proyecto de Terminal de buses de FECOSA.

En esta sección se muestran otras de las actividades ejecutadas en taller durante el proyecto de la terminal de buses de Alajuela FECOSA, permite tener una mejor idea del tipo de trabajo realizado y las actividades que conlleva la preparación del material para su transporte e instalación en sitio.



(a) Llegada de materiales a taller para su preparación.  
Fuente: Autoría propia.





**(b)** Descarga del material transportado a taller por medio de un montacarga.  
Fuente: Autoría propia.



**(c)** Almacenamiento del material virgen en taller para su preparación.  
Fuente: Autoría propia.



**(d)** Colocación de placas y tapas a tubo de hierro previo a la soldadura de estas.  
Fuente: Autoría propia.



(e) Proceso de soldadura de placas y tapas a tubo de hierro.  
Fuente: Autoría propia.





**(f)** Producto de la soldadura de placas y tapas a tubo de hierro.  
Fuente: Autoría propia.



**(g)** Acabado final de los tubos de hierro con placas y tapas.  
Fuente: Autoría propia.



**(h)** Aplicación de pintura a pedestales o columnas de estructura de techo.  
Fuente: Autoría propia.





**(i)** Proceso de armado de curva para arco del andén 1.  
Fuente: Autoría propia.



(j) Almacenamiento de material preparado para llevar a sitio.  
Fuente: Autoría propia.





**(k)** Carga de material preparado a remolque con montacarga para transporte a sitio.  
Fuente: Autoría propia.

**Apéndice 2.** Imágenes de los defectos en la estructura existente que debían ser reparados en el proyecto Terminal de buses de FECOSA.

En las siguientes imágenes se muestran las razones por las que la estructura existente, elaborada por otro subcontratista, debía ser reparada por la empresa Grupo Constructora JDD Ltda.



**(a)** Acabados en tapas de tubos inaceptables y unión defectuosa de placa  
Fuente: CONICO, 2022.



**(b)** Sistema de apuntalamiento de clavadores incorrecto.  
Fuente: CONICO, 2022.



**(c)** Hendiduras en unión de placas de los tubos de hierro con la estructura.  
Fuente: CONICO, 2022.



**(d)** Elementos unidos únicamente con puntos de soldadura.  
Fuente: CONICO, 2022.



**Apéndice 3.** Imágenes de actividades realizadas en sitio del proyecto y avance del proyecto Terminal de buses de FECOSA.

En las siguientes imágenes se muestran algunas actividades realizadas en sitio del proyecto terminal de buses de Alajuela FECOSA, además se muestran algunas imágenes del progreso de este.



**(a)** Inicio de proyecto  
Fuente: Autoría propia.



**(b)** Instalación de tubos de amarre de techo en andén 2.  
Fuente: Autoría propia.



**(c)** Montaje de arco del andén 2.  
Fuente: Autoría propia.



**(d)** Etapa intermedia del proyecto  
Fuente: Autoría propia.



**(e)** Montaje de diagonales de techo en andén 2  
Fuente: Autoría propia.



**(f)** Resoldado de uniones en andén 2  
Fuente: Autoría propia.



**(g)** Culminación de la construcción estructural del proyecto terminal de buses de Alajuela FECOSA  
Fuente: Autoría propia.

A continuación se muestra el cuestionario aplicado a los trabajadores de la empresa para conocer el nivel motivacional y las causas de la problemática. Además, se adjuntan los machotes de órdenes de Cambio, solicitud de información (RFI) y submittal, los cuales fueron planteados en la propuesta de solución.



El presente instrumento de evaluación fue elaborado por alumnos del Instituto Tecnológico de Costa Rica de la Escuela de Ingeniería en Construcción para fines académicos del proyecto de graduación **Desarrollo de propuesta para la gestión de proyectos en la empresa Grupo Constructora JDD Ltda.**

**INSTRUCCIONES:**

Seleccione para cada pregunta el número que mejor describa su parecer de acuerdo con la siguiente escala.

| 1                     | 2          | 3                              | 4             | 5                        |
|-----------------------|------------|--------------------------------|---------------|--------------------------|
| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo ni en desacuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |

| PREGUNTA                                                                                              | ESCALA |   |   |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---|---|---|---|
|                                                                                                       | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Recibo un salario, aguinaldo y vacaciones de acuerdo a la ley.                                     |        |   |   |   |   |
| 2. Considero que el salario neto recibido es justo en relación a mi trabajo y esfuerzo.               |        |   |   |   |   |
| 3. Gano lo suficiente en mi empleo para atender a quienes dependen de mi y/o mis necesidades básicas. |        |   |   |   |   |
| 4. Recibo incentivo por parte de la empresa cuando voy más allá de mis obligaciones.                  |        |   |   |   |   |
| 5. Me es importante conocer el progreso de mi trabajo.                                                |        |   |   |   |   |
| 6. Disfruto trabajar en equipo más que hacerlo solo.                                                  |        |   |   |   |   |
| 7. El reconocimiento obtenido es igual de quienes realizan funciones similares a las mías.            |        |   |   |   |   |
| 8. Disfruto un reto difícil.                                                                          |        |   |   |   |   |
| 9. Tengo claro de quien dependo en mi trabajo.                                                        |        |   |   |   |   |
| 10. Prefiero trabajar con mucha libertad, sin supervisión cercana.                                    |        |   |   |   |   |
| 11. Me motiva que mi trabajo sea reconocido.                                                          |        |   |   |   |   |
| 12. Tengo oportunidades de crecimiento económico y profesional en la empresa.                         |        |   |   |   |   |
| 13. Siento seguridad y estabilidad en mi empleo.                                                      |        |   |   |   |   |
| 14. Mi trabajo actual me permite gozar de tiempo con mi familia.                                      |        |   |   |   |   |
| 15. Mi buena relación con compañeros de trabajo y jefe me motivan a tener un mejor desempeño laboral. |        |   |   |   |   |

¿Cuántos años tiene trabajando para la empresa Grupo constructora JDD? \_\_\_\_\_

¿En cuantos proyectos ha trabajado con la empresa constructora? \_\_\_\_\_

¿Durante ese tiempo experimento atrasos en algún proyecto? ¿Cuántos? \_\_\_\_\_

¿Cuáles cree usted que fueron las razones por las que se dieron esos atrasos?:

¿Qué solución plantearía usted para solucionar esos atrasos?:

| Orden de cambio                                                                                         |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| No.O. C.                                                                                                | OC-000000      | No. De Versión                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1           |
| Proyecto                                                                                                |                | Fecha de realización                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |
| Área                                                                                                    |                | <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); background-color: orange; color: white; padding: 5px; font-weight: bold; margin-right: 5px;">GRUPO</div> <div style="text-align: center;"> <small>CONSTRUCTORA</small><br/> <b>JDD</b> <small>Itda.</small><br/> <b>OBRAS CIVILES<br/>E INDUSTRIALES</b><br/> <b>Cel: 7296-4638</b><br/> <a href="https://grujdd.com">https://grujdd.com</a> </div> </div> |             |
| Realizado por                                                                                           |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |
| Dirigido a                                                                                              |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |
| Tipo de solicitud                                                                                       | Extras/Credito |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |
| Descripción                                                                                             |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |
|                                                                                                         |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |
| Notas/Observaciones                                                                                     |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |
|                                                                                                         |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |
| Afectaciones                                                                                            |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |
| <b>Ruta crítica:</b> _____                                                                              |                | Aumento o disminución en programa total (días): _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             |
| Cambio en plazo actividad: _____                                                                        |                | <b>Nueva Fecha de Entrega:</b> _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |
| <b>Presupuesto:</b> _____                                                                               |                | Cambio en presupuesto actividad: _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |
| Justificación del costo: _____<br><div style="text-align: right;"><b>Nuevo monto FINAL:</b> _____</div> |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |
| <b>Monto</b>                                                                                            |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |
| Actividad                                                                                               | Cantidad       | Unidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Costo Total |
| Construcción de bajantes                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ₡ -         |
| Instalación de bajantes                                                                                 |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ₡ -         |
|                                                                                                         |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ₡ -         |
|                                                                                                         |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ₡ -         |
|                                                                                                         |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ₡ -         |
| Monto total presentado                                                                                  |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ₡ -         |
| Adjuntos                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |
| Firma<br>_____<br>Nombre<br>Profesional responsable                                                     |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |
| Respuesta                                                                                               |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |
| Respuesta a la orden de cambio: _____                                                                   |                | Monto aprobado: _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             |
| Respondido por: _____                                                                                   |                | Aprobado por: _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |
| Firma<br>_____                                                                                          |                | Firma<br>_____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |             |
| Nombre<br>Cliente                                                                                       |                | Nombre<br>Supervisor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |

| Solicitud de información (RFI)                                                                                                                                                          |                              |               |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------|----------|
| Solicitado por:                                                                                                                                                                         |                              | Clasificación |          |
| Empresa                                                                                                                                                                                 | Grupo Constructora JDD Ltda. | Fecha inicio  |          |
| Teléfono                                                                                                                                                                                | -                            | Fecha límite  |          |
| Proyecto                                                                                                                                                                                |                              | No. RFI       | R-00000  |
| Dirigido a:                                                                                                                                                                             |                              | Proyecto No.  | C-800763 |
| <div><div>GRUPO</div><div>CONSTRUCTORA<br/><b>JDD</b> Ltda.<br/>OBRAS CIVILES<br/>E INDUSTRIALES<br/>Cel: 7296-4638<br/><a href="https://grujdd.com">https://grujdd.com</a></div></div> |                              |               |          |
| Descripción de solicitud                                                                                                                                                                |                              |               |          |
|                                                                                                                                                                                         |                              |               |          |
| Archivos adjuntos                                                                                                                                                                       |                              |               |          |
| N/A                                                                                                                                                                                     |                              |               |          |
| <div><div></div><div>Firma de profesional responsable</div><div></div><div>Profesional Responsable</div></div>                                                                          |                              |               |          |
| Respuesta                                                                                                                                                                               |                              |               |          |
|                                                                                                                                                                                         |                              |               |          |
| Respondido por:                                                                                                                                                                         |                              |               |          |
| Fecha de respuesta:                                                                                                                                                                     |                              |               |          |
| <div></div> <div>Firma</div>                                                                                                                                                            |                              |               |          |

| Submital                                    |                              |                                                                                    |  |
|---------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Empresa                                     | Grupo Constructora JDD Ltda. |  |  |
| Proyecto                                    |                              |                                                                                    |  |
| Área                                        |                              |                                                                                    |  |
| Realizado por                               |                              |                                                                                    |  |
| Dirigido a                                  |                              |                                                                                    |  |
| No. Submital                                | S-000000                     | Fecha de realización                                                               |  |
|                                             |                              | No. De Versión                                                                     |  |
| Información de solicitud de aprobación      |                              |                                                                                    |  |
|                                             |                              |                                                                                    |  |
| Descripción                                 |                              |                                                                                    |  |
|                                             |                              |                                                                                    |  |
| Nombre producto                             |                              |                                                                                    |  |
| Distribuidor                                |                              |                                                                                    |  |
| Descripción del producto                    |                              |                                                                                    |  |
|                                             |                              |                                                                                    |  |
| Observaciones                               |                              |                                                                                    |  |
| <p>_____</p> <p>Profesional responsable</p> |                              |                                                                                    |  |
| Información del contratista                 |                              |                                                                                    |  |
| Respuesta al submital: _____                |                              | Fecha: _____                                                                       |  |
| Comentarios                                 |                              |                                                                                    |  |
| N/A                                         |                              |                                                                                    |  |
| Respondido por:                             |                              | Aprobado por:                                                                      |  |
| Firma                                       |                              | Firma                                                                              |  |
| _____<br>Cliente                            |                              | _____<br>Supervisor                                                                |  |
| Ficha técnica                               |                              |                                                                                    |  |
|                                             |                              |                                                                                    |  |

# Anexos

1. Imágenes de la problemática presentada en un proyecto de una vivienda de una cliente de la empresa constructora. . . . . 115
2. Diagramas de gestionamiento de los procesos de alcance de proyecto, cronograma y comunicación. . . . . 120

Se presentan como anexos las pruebas de un proyecto con problemas de culminación de actividades las cuales son indicadoras de la problemática estudiada en el informe. Estas pruebas son un total de cinco imágenes proporcionadas por la empresa constructora, siendo una de estas la descripción de los problemas. Además, se presentan diagramas complementarios a los procesos de estandarización presentados en la propuesta de solución.

## Anexo 1. Imágenes de la problemática presentada en un proyecto de una vivienda de una clienta de la empresa constructora.

A continuación se presentan las pruebas del problema presente en un proyecto de remodelación de una vivienda, la cual presenta trabajos sin realizar y otros inconclusos, los cuales a la fecha del correo enviado debían estar culminados.

Hola Didier,  
Ayer hice un recorrido en la finca para identificar las obras que fueron incluidos en Fase 1 y están aun por terminar o están apenas parcialmente terminados, o terminados con fallos. Abajo detallo la lista y adjunto fotos para que ud puede ver específicamente el estatus de cada uno a partir de ayer.

- Limpiar toda la basura de construcción que uds dejaron en la finca durante la construcción. Hay todo tipo de lonas, escombros, chatarra, basura, etc que cuando terminan los trabajos deben de llevar y dejar la propiedad en iguales condiciones a como lo encontré.
- El trabajo de instalar cunetas en la entrada de la propiedad y para acceder el portón no quedó bien. Falta poner los cabezales de concreto y extender las cunetas 2m mas al lado de Puerto Jimenez. El cabezal de concreto sirve para reforzar la entrada y contener el material que se esta saliendo con apenas un par de meses de haber realizado el trabajo. Se esta separando la ultima cuneta como todo el tránsito viene de ese lado.
- Hay que mover el paja de agua del AYA para que no estorbe la entrada.
- El portón nuevo de madera falta algunas piezas de madera. Falta los tornillos grandes al lado de afuera (solo se puso el 70%, falta el 30%). Y mas importante, como se converso en varias ocasiones, falta un llavín o cerradura con llave donde se puede operar de los dos lados del portón cuando esta cerrado fácilmente. La cadena soldado en el suelo no es aceptable y no es lo que hablamos. Falta pintar las columnas amarillas de color negro (o verde oscuro si todavia queda pintura verde).
- Falta poner el pin para mantener el portón abierto para que pueden pasar los carros despues de abrir el portón. Un pin igual al que pusieron en los 2m del portón que quede cerrado.
- En el contenedor pequeño usado del segundo planta (mano izquierdo), ninguna de las dos puertas funcionan correctamente. Unas no cierran, y las otras no abren. Cuando hicieron el trabajo del piso del tercer nivel soldaron los soportes de manera que peguen con las puertas del contenedor abajo y no permite su operación normal. Se identifico ese problema en el momento de terminar el piso. Hoy dia entran murciélagos y estan cagando dentro del tarro como no cierra correctamente. El contenedor no se puede usar hasta que eso se arregle.
- Hay que poner Hordomex, cedaso grueso, en las ventanas del contenedor del primer nivel con los baños porque estan entrando murciélagos cagando y haciendo sus casas.
- Hay una fuga en el techo que hay que arreglar. Cuando llueve se puede identificar. Se ve en las fotos. Tengo cuatro meses de recomendar que atiendan al techo que siempre ha tenido fugas.
- En la pila donde instalaron el agua, no contactaron el drenaje y el agua calle directamente en el piso. Se ve que que el drenaje esta a la par, es solo conectarlo a la salida de la pila.
- Falta instalar la ducha dentro del contenedor. Me comunicaron que ese trabajo fue realizado pero aun esta por terminar.
- Falta de instalar todo los accesorios de baño que compre tres semanas atras para poner panos, papel higienico, jabon etc.
- Falta extender el cuarto del servicio sanitario para incluir el mueble del Spa instalado. Son como 0.40cm para extender la pared (Johnny tiene la medida exacta). (No es necesario instalar puertas interiores).
- El portón de mi casa falta un tornillo y tiene un espacio abajo muy grande que hay que eliminar. Nos acordamos en que iban a construir un portón nuevo para mi casa arreglando esas problemas y ibamos a trasladar el portón de la casa a la finca. Si no hay oportunidad de hacer eso ahora en Fase 1, deben de arreglar el portón de mi casa.

Eso concluye la lista de trabajos por terminar en Fase 1. Todos que fueron conversados abiertamente y con mucha anticipación para poder concluirlos antes de empezar el puente del hotel o por lo menos terminados dentro de Fase 1.

Omíto incluir en la lista varios otros trabajos que tambien conversamos pero no son tan urgentes como los anteriores. Esos incluyen pintar las varandas (escojemos el color hace mas de un mes) y instalar la puerta del contenedor (mencionado arriba).

Por favor me avisa si tiene algun pregunta sobre la lista. Flory tiene las llaves del contenedor y se puede coordinar con ella para recogerlas. Esta abierta el portón de la entrada principal. Quite el candado que estaba puesto en la cadena del portón porque se estaba podiendo por entrar mucha basura y tierra del suelo.

Estoy fuera del país la semana entrante. Me pueden llamar por Whatsapp si me ocupan 001-415-717-1831 o hoy en CR hasta las 12md.

(a) Correo enviado por clienta con trabajos inconclusos y sin realizar.

Fuente: Grupo Constructora JDD Ltda.



**(b)** Portón con acabado de tablilla y remaches incompleto.  
Fuente: Grupo Constructora JDD Ltda.





(c) Contenedores para almacenaje con problemas de cierre.  
Fuente: Grupo Constructora JDD Ltda.





**(d)** Paja de agua sin desplazar a su nueva posición indicada por la clienta.  
Fuente: Grupo Constructora JDD Ltda.

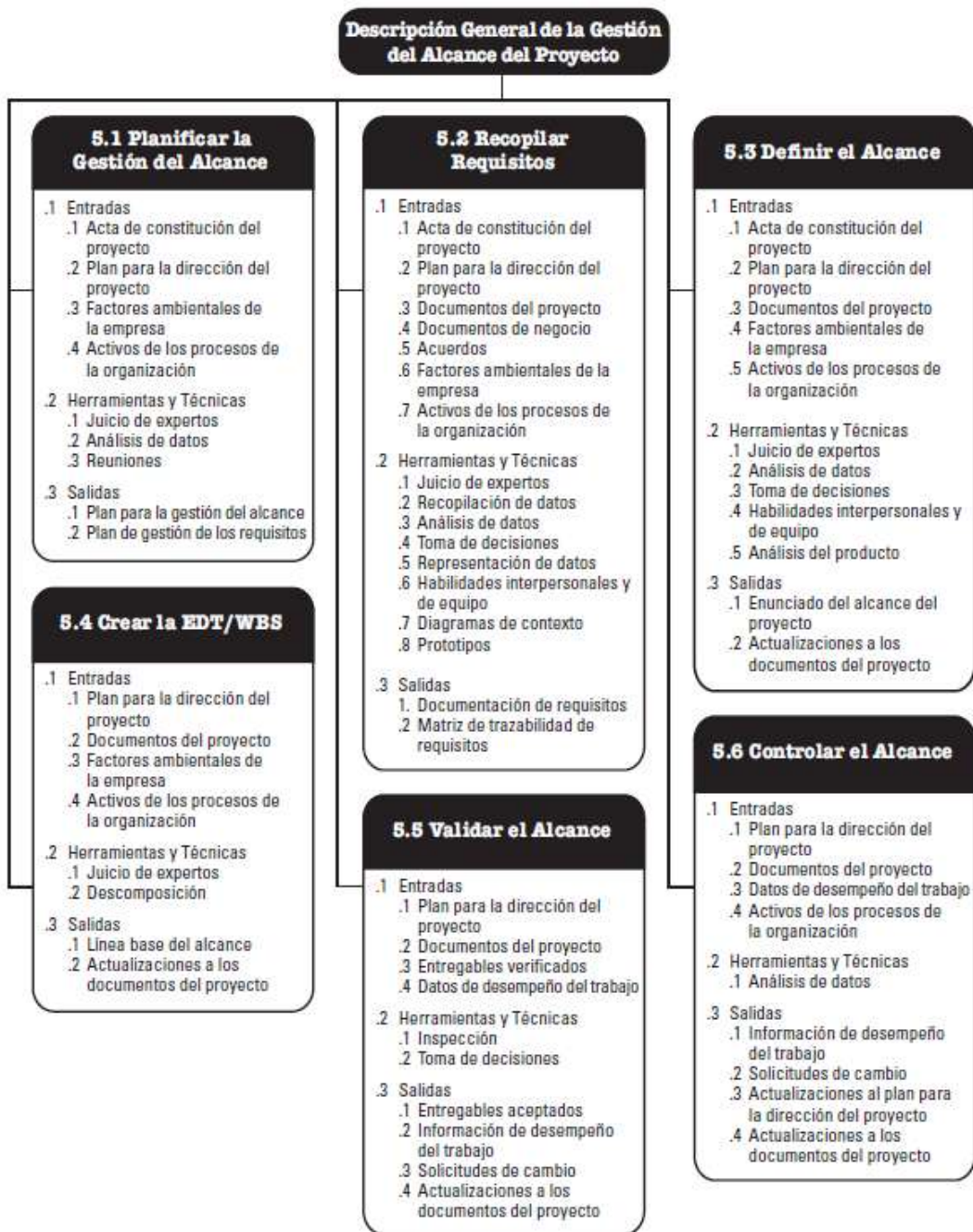




**(e)** Materiales de desecho sin su debida disposición y equipo sin retirar del sitio.  
Fuente: Grupo Constructora JDD Ltda.

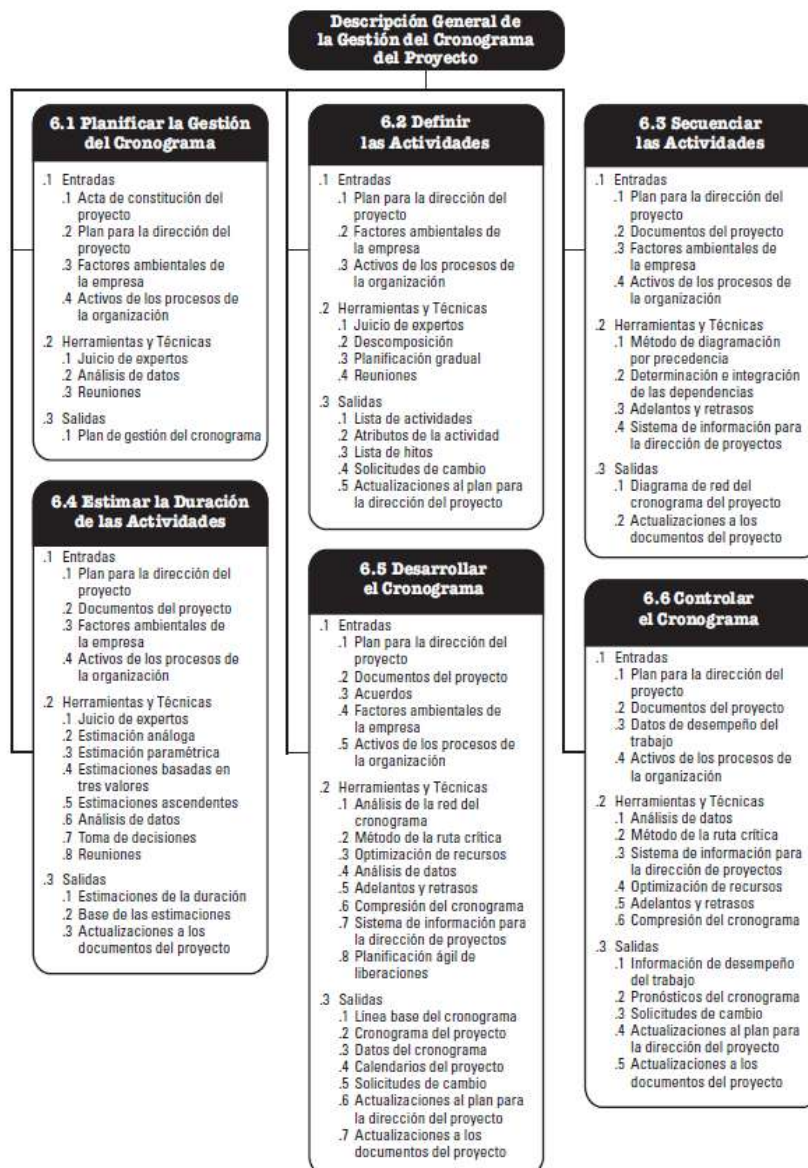
**Anexo 2.** Diagramas de gestionamiento de los procesos de alcance de proyecto, cronograma y comunicación.

A continuación se presentan diagramas complementarios para los procesos de gestionamiento de alcance de proyecto, gestionamiento de cronogramas, y gestionamiento de comunicaciones, tomados de la guía PMbok (PMI,2017).



(a) Diagrama de proceso de gestionamiento del alcance de proyecto con sus entradas, herramientas y salidas.

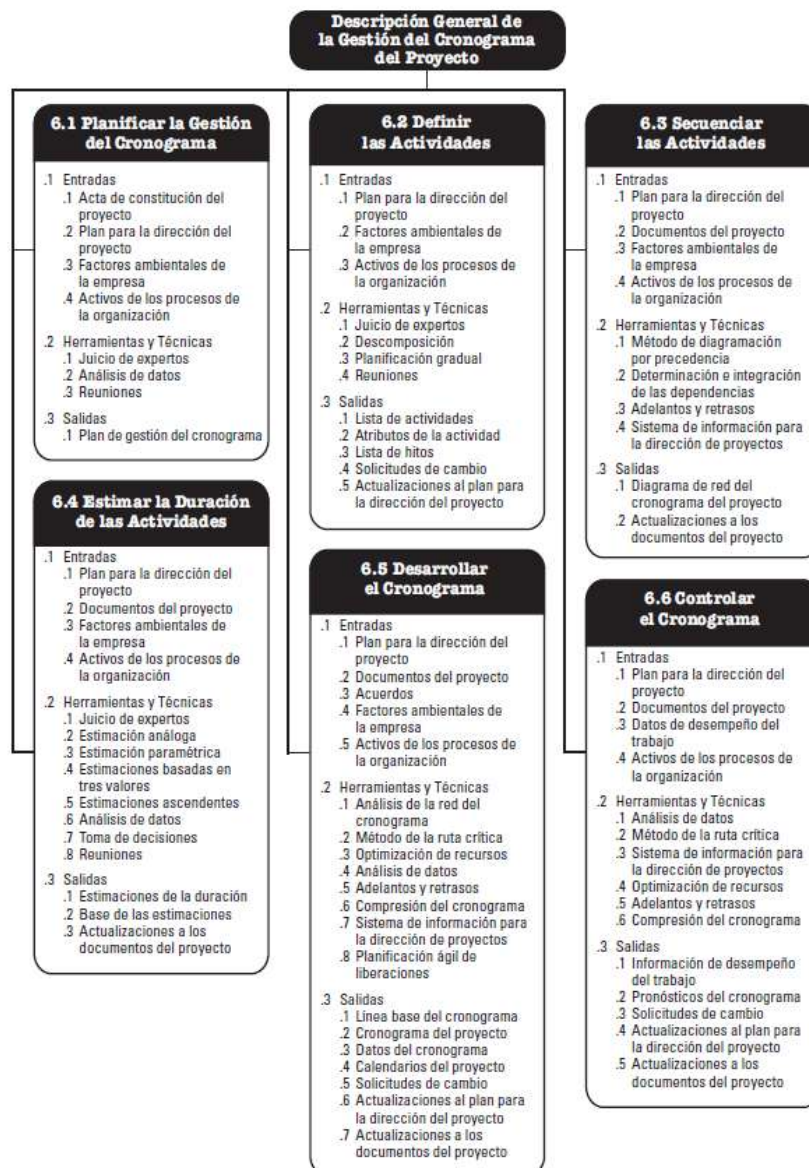
Fuente: PMI, 2017.



(b) Diagrama de proceso de gestionamiento del cronograma de proyecto con sus entradas, herramientas y salidas.

Fuente: PMI, 2017.





(c) Diagrama de proceso de gestionamiento de las comunicaciones de proyecto con sus entradas, herramientas y salidas.

Fuente: PMI, 2017.