

**APLICACIONES MOVILES PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE COSTO,
TIEMPO Y CALIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCION**

**NICOLAS CAMILO TORRES NIETO
DANIEL FELIPE RODRIGUEZ VILLAMIZAR**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
2021**

**APLICACIONES MOVILES PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE COSTO,
TIEMPO Y CALIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCION**

**NICOLAS CAMILO TORRES NIETO
DANIEL FELIPE RODRIGUEZ VILLAMIZAR**

**TRABAJO DE GRADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

**DIRECTOR
ING. ALDEMAR REMOLINA MILLAN
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

2021

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quisiéramos dedicar la culminación de nuestros estudios a Dios, debido a que gracias al hemos podido salir adelante y formarnos como seres humanos, luego agradecer de manera especial a nuestras familias que siempre nos dieron el apoyo necesario y estuvieron al tanto de todo el avance del proyecto y asimismo a nuestros padres por la ayuda incondicional para poder plasmar este sueño, adicionalmente extendemos un gran agradecimiento a nuestro director de proyecto de grado por brindarnos toda su experiencia y apoyo a la largo de toda esta travesía.

*Nicolas Camilo
Daniel Rodríguez*

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	12
2. OBJETIVOS	15
2.1 GENERAL.....	15
2.2 ESPECIFICOS.....	15
3. MARCO TEORICO.....	16
3.1 CONTROL DE CRONOGRAMA.....	17
3.2 CONTROL DE COSTOS	19
3.3 CONTROL DE CALIDAD.....	20
3.4 HERRAMIENTAS PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE OBRA	21
3.4.1 Líneas de Balance.....	21
3.4.2 Seguimiento y control basado en la productividad de obra	24
3.4.3 Designación de procesos	27
4. METODOLOGIA.....	29
4.1 CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL ..29	
4.1.1 Monitorio y control del cronograma (Tiempo)	29
4.1.2 Monitoreo y control de costos.....	33
4.1.3 Monitoreo y control de la calidad	37
4.2 APLICACIONES MOVILES	43
4.3 INVENTARIO DE APLICACIONES	45
4.3.1 Kizeoforms	45
4.3.2 Diario de obra online	50
4.3.3 Bauskript libro de obra.....	52
4.3.4 Bitácora-personal Voice Diary	57
4.3.5 Trello	60
4.3.6 iNeoSyte.....	62
4.3.7 Archireport.....	64
4.3.8 VenVe.....	66
4.4 ANALISIS DE LOS APLICATIVOS	69

4.5 PLAN PILOTO	79
4.5.1 Primera aplicación de plan piloto.....	79
4.5.2 Segunda aplicación del plan piloto	92
5. RESULTADOS Y DISCUSION	98
6. CONCLUSIONES.....	104
7. BIBLIOGRAFIA	108

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esferas de todas las variantes que pueden retrasar un proyecto	16
Figura 2. Descomposición de la gestión del tiempo	18
Figura 3. Tomado de Project Management Institute	19
Figura 4. Tabla de ilustración Control de calidad.....	20
Figura 5. Ejemplo grafico del uso de las líneas de balance.	22
Figura 6. Ejemplo gráficos líneas de balance Planeado vs Ejecutado.....	23
Figura 7. Productividad de obra y sus componentes.	24
Figura 8. Análisis de productividad y sus componentes	26
Figura 9. Producción y entorno por cuadrilla	26
Figura 10. Ejemplo simbólico Curva S.....	28
Figura 11. Controlar el cronograma a partir del PMBOOK.....	30
Figura 12. Actividades susceptibles a mejorar en función del tiempo.....	32
Figura 13. Control de Costos. Tomado de PMBOOK	33
Figura 14. Ejemplo curva S enfocada en Costo.....	35
Figura 15. Actividades susceptibles a mejorar en función del costo	36
Figura 16. Control de calidad. Tomado de PMBOOK	37
Figura 17. Entradas. Actividades susceptibles a mejorar en base a la calidad.	42
Figura 18. Salidas. Actividades susceptibles a mejorar en base a la calidad.	43
Figura 19. Informe generado en base a un ejemplo de la aplicación Kizeoforms..	46
Figura 20 Informe de asistencia generado en el aplicativo Kizeoforms	47
Figura 21. Ejemplo enfocado al recibo de materiales Kizeoforms	48
Figura 22. Ejemplos hechos mediante aplicativo Kizeoforms para el reporte de incidentes.....	49
Figura 23. Interfaz de inicio de Diario de obra online.....	50
Figura 24. Ejemplos realizados en el aplicativo Diario de Obra Online	51
Figura 25. Informe PDF generado por Diario De Obra Online.	51
Figura 26. Interfaz del aplicativo Bauskript	54
Figura 27. Ejemplo de estado de avance Bauskript	54
Figura 28. Vínculo directo entre Bauskript-Dropbox.....	55
Figura 29. Interfaz de inicio Bitacora-Voice Diary.....	57
Figura 30. Interfaz aplicativo Bitácora Voice-Diary	58
Figura 31. Tablero Trello vs Tablero convencional.....	60
Figura 32. Pantalla de inicio del aplicativo Trello.....	61
Figura 33. Ejemplo de control aplicativo iNeosyte	62
Figura 34. Ejemplo Control aplicativo iNeosyte.....	63

Figura 35. Perspectiva del aplicativo Archireport.....	64
Figura 36. Ejemplo de informe de control con Archireport	65
Figura 37. Interfaz aplicativo Venve desde todas sus perspectivas.	66
Figura 38. Prototipo de encuesta realizada.	73
Figura 39. Resultados de la encuesta de atributos de los aplicativos	75
Figura 40. Ubicación Proyecto donde se realizó el plan piloto.	79
Figura 41. Interfaz de inicio del aplicativo Archireport.....	80
Figura 42. Interfaz del aplicativo en función de las visitas realizadas.	81
Figura 43. Formato de creación de visitas en obra.	82
Figura 44. Proceso de armado en base al aplicativo	83
Figura 45. Conjunto de figuras realizadas en base a lo planteado en el plan piloto basado en el aplicativo Archireport	84
Figura 46. Informe de Registro Diario generado a partir de la visita 1 del aplicativo Kizeoforms.....	85
Figura 47. Informe de Registro Diario y tareas generadas a partir de la visita 1 del aplicativo Kizeoforms.....	86
Figura 48. Informe de Registro Diario generado a partir de la visita 2 del aplicativo Kizeoforms.....	87
Figura 49. Informe de Registro Diario y tareas generadas a partir de la visita 2 del aplicativo Kizeoforms.....	88
Figura 50. Interfaz de inicio y creación de tableros Trello	89
Figura 51. Interfaz aplicativo Trello de la visita 1 realizada.....	90
Figura 52.. Registro de datos del proceso referentes al plan piloto implementando el aplicativo Trello.....	90
Figura 53. Observación 1 Archireport P2	92
Figura 54. Observación 2 Archireport P2	93
Figura 55. Primera parte del Informe en versión PDF generado de Kizeoforms....	94
Figura 56. Segunda parte del Informe en versión PDF generado de Kizeoforms..	95
Figura 57. Tercera parte del Informe en versión PDF generado de Kizeoforms	96
Figura 58. Interfaz Trello referente al enchapado de la sala de la segunda etapa del Plan Piloto	96
Figura 59. Interfaz aplicativo Trello de la parte 2 del Plan Piloto	97
Figura 60. Gráfico de torta acerca del porte de celular tipo Smartphone	99
Figura 61. porcentaje de trabajo ejecutado a la fecha. Aplicativo Archireport.	100
Figura 62. Diagrama de Gantt Referente a la programación planteada del proceso de cimentación del proyecto.	101

Figura 63. Diagrama de torta en porcentaje representado el estado de calidad de cada uno de los aspectos encontrados 102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ejemplo grafico de errores presentes en la calidad de un proyecto	38
Tabla 2. Comprendido de Normas ISO 9000	39
Tabla 3. Ejemplo de inspección de calidad.....	41
Tabla 4. Tabla de aspectos generales del aplicativo Kizeoforms	49
Tabla 5. Tabla de aspectos generales del aplicativo Diario de Obra Online.....	52
Tabla 6. Aspectos generales del aplicativo Bauskript.....	56
Tabla 7. Aspectos generales del aplicativo Bitácora Voice Diary	59
Tabla 8. Tabla aspectos generales del aplicativo Trello	61
Tabla 9. Tabla aspectos generales del aplicativo iNeoSyte.....	63
Tabla 10. Tabla aspectos generales del aplicativo Archireport	65
Tabla 11. Tabla aspectos generales del aplicativo VenVe.....	67
Tabla 12. Análisis general de las aplicaciones seleccionadas.	68
Tabla 13. Tabla de compatibilidad de las métricas con las fuentes de los aplicativos.....	69
Tabla 14. Tabla Referente a los atributos y métricas asociadas para llevar a cabo la evaluación de un aplicativo	70
Tabla 15. Análisis y estimación de porcentajes para los atributos según el sondeo realizado.	74
Tabla 16. Evaluación de aplicativos en función de los atributos seleccionados.....	75
Tabla 17. Variables susceptibles a mejorar en base a Archireport.....	77
Tabla 18. Variables susceptibles a mejorar en base a Trello	77
Tabla 19. Variables susceptibles a mejorar en base a Kizeoforms	78
Tabla 20. Matriz de actividades a evaluar según el aspecto deseado.....	78
Tabla 21. Encuesta realizada en base al porte de "Smartphone"	98
Tabla 22. Tabla de programación generada a partir de Project.....	100
Tabla 23. Evaluación de calidad Figura 54	102
Tabla 24. Evaluación numérica de la Figura 54	103

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: APLICACIONES MOVILES PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE COSTO, TIEMPO Y CALIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCION

AUTOR(ES): NICOLAS CAMILO TORRES NIETO
DANIEL FELIPE RODRIGUEZ VILLAMIZAR

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): ALDEMAR REMOLINA MILLAN

RESUMEN

En base los problemas presentados en obra hoy en día nace la necesidad de evaluar la viabilidad del uso de aplicativos móviles en obra, con el fin de optimizar si es posible en sus tres factores fundamentales como lo son el tiempo, costo y calidad, para así poder dejar a un lado los métodos convencionales que se han venido llevando al cabo a lo largo del tiempo y aun así generan retrasos sin brindar solución alguna, por esta razón se llevó a cabo la investigación pertinente encontrando y seleccionando los aplicativos móviles existentes más óptimos para ser usados en obra, para esto fue necesario el análisis detallado dentro de un inventario amplio de aplicaciones donde se realizó un filtro en base a como se evalúa la funcionalidad de aplicaciones junto con el criterio de estos aplicados en este entorno de la construcción, a partir de la selección de las aplicaciones móviles se buscó evaluar su utilidad en obra por su cual se realizó la implementación de un plan piloto para así de esta manera generar un juicio acerca del uso de dichos aplicativos aplicados en obra. En función de todo el proceso hecho a lo largo del plan piloto se pudo obtener un entorno mucho más organizado en lo que fue el tiempo y la calidad ya que mediante la aplicación de la tecnología en este entorno las fechas estipulados para cada trabajo se supervisaron y transcurrieron con total normalidad, así mismo en la calidad fue un ítem el cual se le hizo sumo enfoque ya que cada aplicativo contaba con ciertas opciones ligadas a este enfoque, por otra parte el costo fue un aspecto no muy bien valorado por las aplicaciones, siendo este casi nulo en todo el trabajo realizado en este plan piloto.

PALABRAS CLAVE:

Seguimiento, Control, Aplicaciones Móviles, Usabilidad.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: MOBILE APPLICATIONS FOR MONITORING AND CONTROL OF COST, TIME AND QUALITY ON CONSTRUCTION SITES

AUTHOR(S): NICOLAS CAMILO TORRES NIETO
DANIEL FELIPE RODRIGUEZ VILLAMIZAR

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: ALDEMAR REMOLINA MILLAN

ABSTRACT

Based on the problems presented on site today the need to evaluate the feasibility of using mobile applications on site, in order to optimize if possible in its three fundamental factors such as time, cost and quality, in order to leave aside the conventional methods that have been carried out over time and still generate delays without providing any solution, for this reason the relevant research was carried out by finding and selecting the most optimal existing mobile applications to be used on site, For this it was necessary a detailed analysis within a broad inventory of applications where a filter was made based on how the functionality of applications is evaluated along with the criteria of these applied in this construction environment, from the selection of mobile applications we sought to evaluate their usefulness in work for which the implementation of a pilot plan was carried out in order to generate a judgment about the use of such applications applied on site. Based on the entire process done throughout the pilot plan it was possible to obtain a much more organized environment in terms of time and quality, since through the application of technology in this environment the dates stipulated for each job were supervised and passed with total normality, likewise in the quality was an item which was an item which was very focused since each application had certain options linked to this approach, on the other hand the cost was an aspect not very well valued by the applications, being this almost null in all the work done in this pilot plan.

KEYWORDS:

Monitoring, Control, Mobile Applications, Usability

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCION

El presente trabajo de grado se realiza para recibir el título de pregrado como ingeniero civil de la universidad pontificia bolivariana seccional Bucaramanga-Santander. Este trabajo es un análisis de la potencial implementación de un grupo de aplicaciones móviles que se encuentran normalmente en todos los Smartphone para el seguimiento y control de actividades en cuanto a la gestión del tiempo, gestión del costo y la gestión de la calidad visto normalmente en las obras civiles en cualquiera de sus actividades.

Se caracterizaron los procesos realizados en las obras civiles para realizar el seguimiento y control de la calidad, el tiempo y los costos; de esta manera identificando las variables y actividades que se llevaran a cabo y que pueden llegar a ser susceptibles a mejorar mediante el uso de las aplicaciones móviles.

Las actividades que son susceptibles a mejorar por los aplicativos móviles iniciando en el control del cronograma son aquellas que mejoran mediante el uso de las app ya que estas permiten el seguimiento de las actividades ejecutadas conforme al cronograma y si hay atrasos poder realizar los cambios pertinentes en las líneas base del cronograma de la obra, al controlar el cronograma se debe analizar los momentos de ejecución de las actividades, ver los cambios ya realizados y analizar que tanto se perjudicara el proyecto.

En cuanto a los controles de costos se debe supervisar la implementación del presupuesto, es decir, como se ejecuta el cronograma en cuanto a gastos, esto se alcanza realizando el seguimiento y control de la línea base del presupuesto que está sujeta a cambios, para evitar pérdidas es necesario registrar los cambios en el presupuesto de la obra por las distintas variables y no tener cambios inesperados que afecten los costos de manera drástica, en base a los controles de costo el seguimiento debe realizarse en cuanto a cualquier cambio antes y durante el desarrollo de la obra y así evitar cual perdida inesperada.

Como último proceso a caracterizar siendo el control de calidad una actividad susceptible a mejorar mediante el uso se los aplicativos móviles ya que el seguimiento y control de la calidad se va dando a medida que se examinan los resultados finales, de esta manera con los resultados obtenidos se podrá analizar si el resultado cumple con las normas de calidad que se estipularon para el proyecto, este ítem debe ser monitoreado a lo largo de todo el proyecto siendo esto permitido por medio de las aplicaciones móviles consiguiendo los entregables necesarios para mejorar la calidad o darle el aprobado.

El análisis comprende un conjunto de aplicaciones móviles que son preseleccionadas para poder ser implementadas en la caracterización de las actividades permitiendo realizar el seguimiento y control, en la gestión del costo, gestión del tiempo y gestión de la calidad en las actividades realizada en las obras, las aplicaciones móviles permiten llevar el seguimiento y control óptimo durante la ejecución de las obras, ya que permiten una facilidad al momento de supervisar el cronograma de la obra y la finalización de las actividades en su calidad, al mismo tiempo permiten elaborar observaciones precisas y detalladas de la obra, permitiendo que el grupo de trabajo se entere de cualquier eventualidad en menor tiempo posible, las aplicaciones usadas en este trabajo de grado son Kizeoforms, Diario de obra online, Bauskript libro de obra, bitácora personal voice diary, Trello, iNeosyte, Archireport, VenVe.

Desde el conjunto de aplicaciones pre seleccionado se realiza una evaluación con el fin de buscar la manera de medir eficientemente la calidad de las aplicaciones móviles dicha evaluación desea medir la usabilidad de la aplicación ya que esta es la facilidad con la que se puede usar y se permiten realizar tareas en la aplicación móvil, la usabilidad esta expresada en la norma ISO 9241-1, (en esta norma se describe el grado con el que un producto, aplicación, software), la cual muestra como puede ser usada, aceptada por los usuarios y consumidores de este grupo de aplicativos.

En base a el análisis realizado teniendo en cuenta todos los criterios mencionados se llegó a la conclusión de que tres de los aplicativos preseleccionados cumplían con los estándares de usabilidad y de la norma ISO 9241-1 estos aplicativos fueron Archireport, Trello y Kizeoforms.

A partir de la preselección de aplicativos móviles se propuso un plan piloto en el cual se llevaba a la implementación es uso de los tres aplicativos preseleccionados, en un proyecto de construcción realizado, analizando el impacto que podría llegar a tener en las actividades de obra el uso de dichos aplicativos.

El plan piloto del uso de los aplicativos móviles en una obra civil se realizó en el área metropolitana de Bucaramanga en el municipio de Piedecuesta- Santander en el sector de Menzuly específicamente en el conjunto Menzuly campestre villa 16 un proyecto de una casa de una sola planta de 420 metros cuadrados construidos.

El proyecto se encontraba en fase de inicio en la cual solo se había realizado descapotado del terreno y la ruta de cimentación, dicho esto el plan piloto se enfocó únicamente en la programación de la cimentación del proyecto, de esto se tomaron datos a partir de los aplicativos móviles.

La siguiente implementación se realizó en el mismo conjunto Menzuly campestre villa 3 en una casa de 2 plantas que suman en construcción 516 metros cuadrados esta construcción se encontraba en la última etapa constructiva, es decir, en la fase de detallado así que el seguimiento y control en base a la línea base del proyecto se realizó en el enchapado, se tomaron los pertinentes datos en los aplicativos móviles.

En función de toda la información recopilado en el tiempo presente en obra se pudieron determinar ciertos resultados de los cuales se determinó lo siguiente: el personal presente en obra no estaba muy augusta con el uso de la tecnología para realizar los procesos constructivos mencionados, por otra parte, la falta de porte de teléfonos tipo "smartphone" es otro problema debido a que es de carácter obligatorio tener de estos dispositivos para implementar su uso de la manera en que se desea. Dejando otras las problemáticas presentadas, haciendo un enfoque detallado a los resultados en base a los datos tomados se evidencio un óptimo seguimiento y control de las obras en términos de tiempo y calidad, siguiendo correctamente las fechas estipuladas brindadas por la entidad supervisora de la obra y cumpliendo todos los estándares de calidad necesarios. Finalmente, el costo fue una variable difícil de evaluar debido a la falta de interactivo de las aplicaciones respecto a este ítem.

Se concluye que ninguna de estas aplicaciones móviles puede cambiar totalmente los métodos tradicionales para el seguimiento y control, mucho menos llevar todas las tareas de una obra en su totalidad, mostrando que no hay una aplicación lo suficientemente desarrollada para ser perfecta, las variables como costo son difíciles de evaluar ya que el software de las aplicaciones no lo incluye de gran manera.

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Analizar la potencial implementación de un conjunto de aplicaciones móviles comerciales para el seguimiento y control de actividades de gestión de costo, tiempo y calidad en obras de construcción.

2.2 ESPECIFICOS

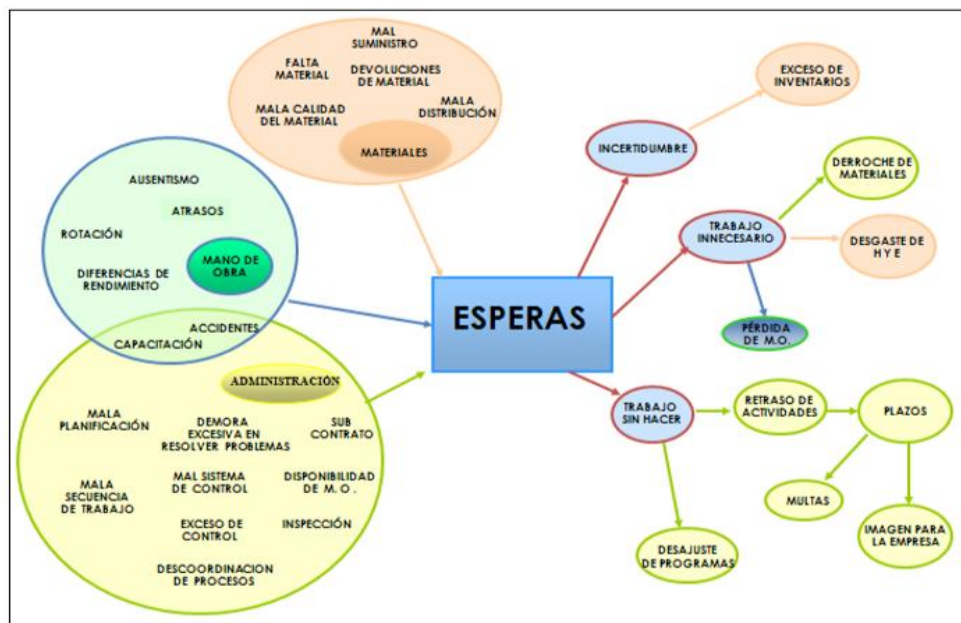
1. Caracterizar los procesos de seguimiento y control de costo, tiempo y calidad para identificar variables y actividades susceptibles de mejorar con el uso de aplicaciones móviles.
2. Analizar un conjunto preseleccionado de aplicaciones móviles comerciales que puedan ser implementadas en seguimiento y control de costo, tiempo y calidad de obras de construcción con criterios de eficiencia y utilidad.
3. Proponer un plan piloto o realizar una simulación de implementación del conjunto de aplicaciones móviles seleccionadas en un proyecto de construcción tipo edificación en caso de ser posible, debido al efecto que pueda llegar a generar la pandemia que se vive actualmente.

3. MARCO TEORICO

Los retrasos en obra son más comunes de lo que se cree, esto se debe a la mala organización del evento programado previamente o a lo que puede llegar a ocurrir durante el desarrollo del proceso, para esto se buscar indagar inicialmente las causas que generan dicha demora. por lo general en este campo los retrasos son más comunes de lo que se cree, y este además de la pérdida de tiempo generada puede desencadenar una serie de problemas tales como sobrecostos, abandonos en la actividad, hasta litigios legales[3].

Para poder determinar la fuente de retrasos que se presentan fue necesario realizar una investigación acerca del tema, indagar sobre todos los aspectos que pueden llegar a causar retraso en obra. lee Schumacher plantea que las demoras en obra se dividen en dos secciones, retraso excusable comprensivo las cuales consisten en aquellas actividades donde no existe algún responsable y retraso no excusable no comprensivo en los cuales se crean debido a la falta de control por parte de la entidad supervisora[1]. estas demoras se pueden generar desde cualquier aspecto el cual se vea, estás pueden ser por falencias que se emiten en la administración, mano de obra, materiales, incertidumbre, trabajo innecesario y trabajo sin hacer[5], por lo cual se debe realizar un estricto seguimiento a cada una de estos aspectos que desencadenan una serie de problemas que se pueden llegar a presentar para evitar las demoras que se pueden presentar.

Figura 1. Esferas de todas las variantes que pueden retrasar un proyecto



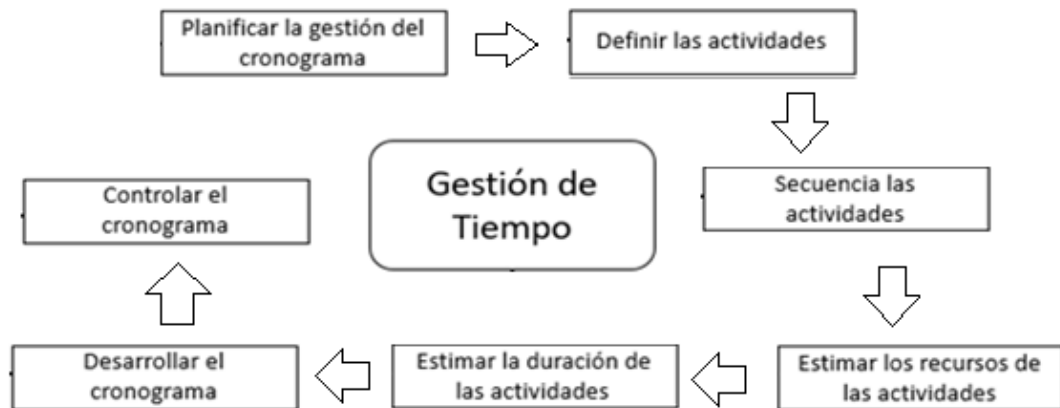
Fuente: BOTERO BOTERO, Luis Fernando. Pérdidas. [diapositiva39].

Indagando acerca de dicho problema y con la información recopilada en la Figura 1 se puede obtener las causas de dilación más frecuentes que se presentan durante la obra, dentro de estas se obtuvo en primer lugar el ámbito de trabajo, lo cual es de suma importancia realizar estricto control sobre este debido a que se debe tener al personal de trabajo satisfecho, lo cual genera cierta confianza entre trabajador-supervisor. Por otra parte, se encuentra el retraso de pagos a los trabajadores, un aspecto muy común en la ejecución de obras hoy en día, ya que la entidad contratante decide iniciar el proyecto, pero no tiene en cuenta los gastos que se generan durante su ejecución; el pobre monitoreo por parte de la entidad supervisora permite a los trabajadores realizar sus labores no en su tiempo estipulado en la programación inicialmente planteada[6]; finalmente entre las causas más frecuentemente generadas, se obtuvo la alza de la inflación, día a día cómo va la economía mundial la inflación va a ser un tema muy influyente en este campo, dentro de esto se tienen afectaciones tanto en el promotor como en el contratista[7], en un país como Colombia, tal como está actualmente y lo que está pasando, la construcción será un tema que dará mucho que hablar, los costos aumentarán notablemente, en 2019 se determinó una alza a los costos de construcción en un 2.48%, y ha ido aumentando dicho valor[8], por lo cual a la hora de realizar la programación y presupuesto de una obra se debe tener en cuenta la situación en la cual está el territorio destinado a construir, factores tales como el alza del dólar y la caída de la bolsa de valores desencadenan un gran campo de problemas.

3.1 CONTROL DE CRONOGRAMA

La gestión del tiempo marca el desarrollo del proyecto donde se establece el tiempo que tendrá, por lo cual se divide en procesos para llevar a cabo una buena gestión. La gestión del tiempo se divide en 7 procesos como se ilustra en la Figura 2, de los cuales dependen el tiempo de entrega del proyecto, en primer lugar, se encuentra la planificación de la gestión del cronograma, donde se fijan las fechas laborales, credenciales y demás factores vitales para empezar la labor, posteriormente se definen las actividades que se realizarán, estas dependen del tipo de proyecto que se realizará. La secuencia de actividades es determinar que tarea depende de otra (sucesoras y predecesoras), para así organizar las cuadrillas de trabajos de tal manera que no tengan huecos en su horario de trabajo, las cantidades de obra es uno de los ítems más importantes de este aspecto, ya que de acuerdo a la cantidad de trabajo a realizar se determina junto con el personal de trabajo la duración de cada una de las actividades, finalmente en base a los datos obtenidos se arma el cronograma, y se comienza el seguimiento del mismo en simultáneo con el principio del proyecto.[4]

Figura 2. Descomposición de la gestión del tiempo



Fuente: Melgar Mendoza, Wendy Sheyla. Gestión del tiempo [Pag 31]

Así como en la mayoría de las cosas, existen otras teorías acerca del tema que se lleve a cabo, por lo cual se investigó en otras fuentes referentes al tema. Como primera fuente y más reconocida se encontró el PMI (Project Management Instituto), plantea en cómo se realiza el control respectivo para llevar a cabo una buena gestión de obra, por lo cual esta se dividió en tres ítems: control de costos, control de cronograma y control de calidad.[9]

Ese método es el que permite realizar el seguimiento a logrados de ejecución en el cronograma de un proyecto y de esa manera poder realizar los cambios pertinentes en las líneas base de los cronogramas. Para poder controlar el cronograma se debe:

- Analizar el momento de ejecución en el cual está el proyecto.
- Los factores que generen cambios en el cronograma (retrasos) seguirlos y controlarlos.
- Si algunos factores del cronograma ya han cambiado, analizar que tanto perjudicaran o mejoran el proyecto.
- Realizar los cambios necesarios a medida que sean necesarios.

Tal como se explicó previamente en el control de costos, el control de programación consta igualmente de una línea base, la gran importancia de llevar a cabo dichos controles se resumen el figura 3.[11]

Figura 3. Tomado de Project Management Institute



Fuente: Gbenedji Castaño, Gladys. PMI

Tal como se pudo observar en la figura 4, se pudo determinar que es de suma importancia mantener lo que inicialmente se planteó para el inicio del proyecto, por lo cual se debe controlar rigurosamente, y aquí es donde se plantea el uso de herramientas para vigilar dicho proceso.

3.2 CONTROL DE COSTOS

Este es el encargado de supervisar como se implementa la ejecución del presupuesto, al mismo tiempo de controlar cualquier eventualidad que se pueda llegar a generar en la línea base del presupuesto realizado inicialmente. Para esto es necesario registrar los cambios que se puedan presentar en la línea base del proyecto, para que estos, estén informados y no se presente alguna eventualidad inesperada.[10] En base al control de costos este consta con ciertos factores los cuales se tienen que tener en cuenta antes y durante el desarrollo del proyecto ya que estos pueden ser modificados y alterarían el orden en que se ha diseñado el presupuesto del proyecto deseado.

Dentro de estos aspectos inicialmente se hace referencia a la contribución de todas las actividades que pueden afectar el proyecto en términos de costos, en caso de solicitar un cambio debido a algún factor externo se debe realizar una solicitud de cambio, donde se especifica el hecho sucedido junto con el nuevo proceso a llevar a cabo, por lo cual estas deben ser aprobadas previamente por la entidad supervisora, adicionalmente para llevar un eficiente y óptimo control de costos se deben gestionar de manera adecuada todo lo referente a costos al tiempo que se van desarrollando las actividades.

Un hecho que se debe preservar en obra y es muy importante es no exceder el presupuesto estipulado, debido a esto por esta razón se hacen márgenes de error en el presupuesto, por lo cual se debe tener certeza absoluta de que el presupuesto disponible no será superior al inicial, por tal razón se debe mantener un estricto control a todo lo referente a la línea base de costos para así incluir todas las modificaciones que se presenten en obra a tiempo real sin que llegue a afectar directamente el presupuesto.

3.3 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad se basa en examinar los resultados que se van dando a lo largo de la elaboración del proyecto hasta culminarlo, así de esta manera con los resultados obtenidos a medida del paso del tiempo se lograra afianzar las normas de calidad estipuladas, y de no ser así se planteara una solución a dicho problema inmediatamente, el control de calidad se puede evidenciar o inspeccionar en estos modos resumidos en la figura 3.

Figura 4. Tabla de ilustración Control de calidad



Fuente: Gbenedji Castaño, Gladys. PMI

El control de calidad es un ítem el cual debe ser monitoreado a lo largo de todo el desarrollo del proyecto, ya que esta misma rige tanto para los procesos que se van a realizar como para los entregables de estos mismos, así mismo se debe designar a un equipo encargado de llevar a cabo dicho control de calidad, la función principal de esta supervisión siempre va a ser declinar todas las causas que puedan llegar a general un impacto directo e indirecto del proyecto, así mismo se busca velar por la satisfacción total del cliente cumpliendo con todos los parámetros estipulado, tanto internamente (Funcional) y externamente del proyecto (Estética).

3.4 HERRAMIENTAS PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE OBRA

Con tal de llevar a cabo un óptimo uso y aplicación del cronograma, tiempo y calidad, se realizó la búsqueda de métodos existentes para ver cuál es el más efectivo dentro del inventario existente, de los cuales se encontraron tres diferentes métodos usados, entre estas líneas de balance, designación por procesos y control de cronograma en base a la productividad.

3.4.1 Líneas de Balance

Partiendo con las líneas de balance fueron creadas por la empresa de llantas y neumáticos “Goodyear Tire & Rubber Company”. La línea de balance fue implementada en la industria manufacturera como un sistema de programación y control de flujo en la línea de producción de recursos terminados.[12]

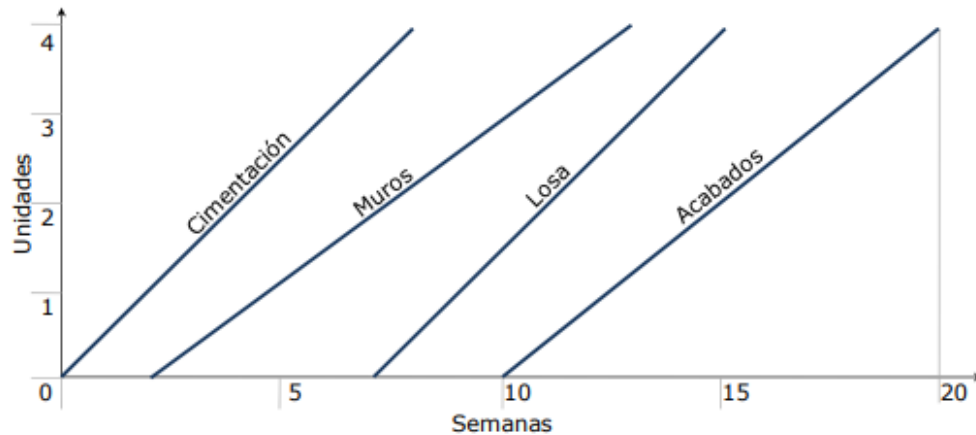
Los aprendizajes de la línea de balance se han vuelto en la industria y nicho de la construcción un método de planeación y análisis. De esta metodología de seguimiento y control se ha hecho muchos estudios de los cuales han nacido muchas variaciones de la técnica con una sola idea final, la cual es mejorar los procesos de seguimiento y control en el ámbito constructivo. Sin importar que la aplicación de las líneas de balance aumenta cada vez más y su uso es cada vez mayor, las líneas de balance han tenido problemas para ser implementadas ya que muchos de sus consumidores aplican esta metodología sin tener en cuenta factores muy importantes al momento de aplicarlo como lo son las conexiones entre actividades el tiempo para realizar el control eran muy altos. Debido a todas estas variables se empezaron a realizar desarrollos en aplicaciones computacionales que genero mejoras en las líneas de balance y mejoro la planificación de los procesos de construcción.

La técnica de líneas de Balance (LOB) es una herramienta que presenta el progreso real versus el progreso planificado de proyectos que fabrican o construyen proyectos. Los cuatro pasos para la aplicación de las líneas de balance son: desarrollar un cronograma de entrega, desarrollar un plan de operación, desarrollar un cargo de progreso, y analizar los resultados de las líneas de balance. El cronograma de entrega, también llamado Programa Maestro de Producción (MPS), es un cronograma de entregas planificadas. La flexibilidad incorporada en los contratos que utilizan este programa podrá utilizar esta herramienta de planificación que ayuda a proporcionar horarios alternativos para su consideración.

Las líneas de balance es una manera permite analizar el trabajo que se realiza en una obra con una línea o barra siendo graficada, se puede aplicar desde el proyecto

más pequeño hasta el más grande, A continuación, se mostrara un proyecto con la técnica de línea base y la manera en lo que se vería lo programado.

Figura 5. Ejemplo grafico del uso de las líneas de balance.



Fuente: Loría Arcila, José Humberto. Programación de LOB. [Pag 6]

Esta es la representación gráfica que se dan en las líneas de balance en las cuales se puede observar que las líneas de balance pueden consolidar muchas actividades de una manera más sencilla y en documentos más pequeños a la vez, la línea de balance llega a mostrar el tiempo en el cual deben ser realizadas todas las actividades que conforman el proyecto constructivo.

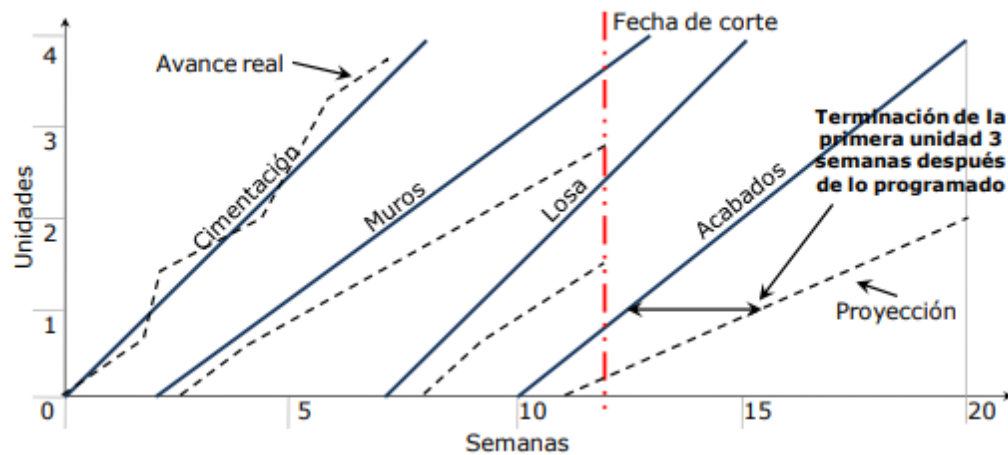
En la Figura el eje X se representa por las semanas (Tiempo) y en el eje Y el numero en unidades, esas unidades pueden ser representadas en metros cuadrados, metros cúbicos o para cuestiones de dinero, cada línea puede tener una operación diferente, esta línea de balance es de lo programado.

Por ejemplo en el caso de una excavación esta misma podría ser representada por parámetros específicos graficando la cantidad de suelo de excavación por día, algo como las zapatas podrían verse representadas siendo mostradas el número de zapatas que deberían ser puestas cada día, la losa podría verse mostrada por la cantidad de metros cúbicos que deben ponerse a la semana y de esa manera se puede representar cualquier tipo de actividad en una línea de balance, en este caso actividades programadas.

En la gráfica representada, lo que realmente muestra es el punto perfecto de la obra, ya que todas las actividades tienen un ritmo constante, esto también da a entender que los recursos para realizar las actividades serán constantes, siendo este el caso perfecto en una obra.

Las líneas de balance no son únicamente para representar las actividades programadas si no que realmente pueden mostrar las actividades ejecutadas, los ritmos de trabajo programados al ser comparados con los ritmos de trabajo ejecutados pueden llegar a mostrar un contraste muy marcado. Las fechas probablemente pueden ser corridas, tanto en inicio como en final, ya que el ritmo de trabajo puede realmente ser menor de lo que se tenía programado. En la siguientes graficas se mostrará un ejemplo claro de lo que se viene comentando.

Figura 6. Ejemplo gráficos líneas de balance Planeado vs Ejecutado

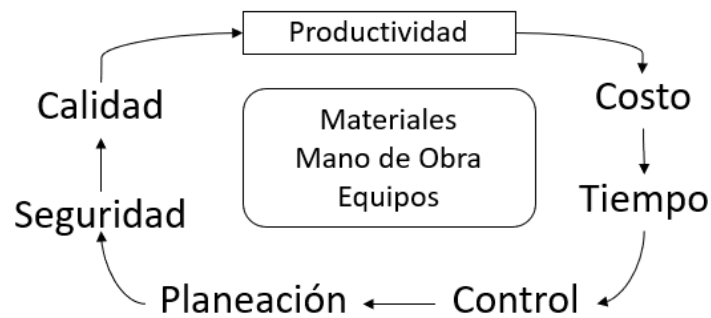


Fuente: Loría Arcila, José Humberto. Programación de LOB. [Pag 8]

3.4.2 Seguimiento y control basado en la productividad de obra

La productividad es una metodología que principalmente se usa como una estrategia de gestión en las construcciones, puede llegar a ser uno de los factores más importantes en la construcción, ya que es la conexión de todos los factores claves que se ven directamente relacionados en la realización de los procesos, tales como lo son seguridad, calidad, tiempo y costo. [13]

Figura 7. Productividad de obra y sus componentes.



Fuente: Adaptación. Mejía Aguilar, Guillermo. Seguimiento en la productividad [Pag 47]

Cuando se toca un tema como la productividad en las obras de construcción se habla de la productividad en proceso; como lo es recursos en materiales, equipos, cuadrillas de trabajo, información y energía, todos estos deben estar en el plan de mejorar, para que el trabajo sea más eficaz y eficiente. Todo esto debe estar soportado por procedimientos en los cuales haya un seguimiento y control, ya que estos influirán al final en el costo, tiempo y calidad de la obra.

La productividad es un indicador que puede juzgar en un sistema o proceso la efectividad, siendo la eficacia el costo del producto y la entrega en condiciones de calidad y en un tiempo determinado y la eficiencia siendo el buen uso de los recursos y la realización de la obra en el menor costo posible, la productividad llegaría a ser la relación entre esta:

$$(1) \textit{Productividad} = \frac{\textit{Producto}}{\textit{Recursos}}$$

El factor más importante dentro de esta metodología es la mano de obra ya que ese recurso siempre se requiere en los procesos de construcción en lo cual se pueden analizar de manera directa el tiempo de duración de la obra. La productividad de la mano de obra indica directamente la cantidad de obra ejecutada por un obrero o su cuadrilla, en un tiempo establecido, es importante aclarar que en cuanto se dice productividad hablando sobre un obrero, el obrero debe ser analizado como una

unidad promedio de la cuadrilla a la que es participante. En las cuadrillas con una configuración normal posee oficiales y ayudantes, dependiendo del trabajo que se realice en la cuadrilla se debe definir para poder diferenciar de las siguientes maneras.

$$(2) \text{ Productividad mano de obra} = \frac{\text{Cantidad de obra}}{\text{Hora} - \text{obrero}}$$

$$(3) \text{ Productividad mano de obra} = \frac{\text{Cantidad de obra}}{\text{Hora} - \text{Cuadrilla}}$$

Para determinar finalmente la productividad de la mano de obra en términos numéricos en rendimientos de las cuadrillas tienen que realizarse una evaluación entre la cantidad de obra y algún tipo de unidad de tiempo

- La configuración de la cuadrilla tipo
- Las horas laboradas
- El costo de la cuadrilla
- La cantidad de obra

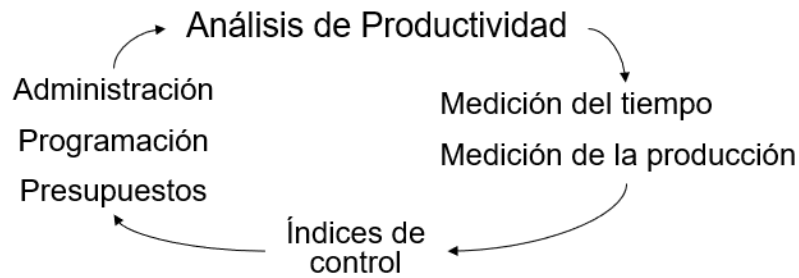
Lo más importante de esta metodología, es que para mejorar la productividad el desempeño de los procesos mejorara, aplicando algunas estrategias de mejoramiento deben tener ciertas finalidades:

1. Mejorar el rendimiento del proceso constructivo llevando a cabo un seguimiento y control de las actividades (efectividad).
2. Aumentar el beneficio de los recursos en la obra, mano de obra y componentes empíricos (eficiencia).
3. Aumento de la calidad (eficacia).
4. Aumento en las condiciones laborales para las cuadrillas, así aumentando su productividad.
5. Aumentar las condiciones de seguridad laboral

Etapas para generar un plan de mejoramiento

- Planeación: Definir índices de productividad con respecto trabajo, presupuesto y tiempo
- Seguimiento y medición: Etapa donde se define la metodología de trabajo
- Control y evaluación: Fase e identificación de problemas y búsqueda se soluciones para mejorarlo.
- Implantación

Figura 8. Análisis de productividad y sus componentes



Fuente: Adaptación. Mejía Aguilar, Guillermo. Seguimiento en la productividad [Pag 48]

Hay que realizar un estudio de trabajo ya que esta metodología permite analizar y procesar la información para obtener un seguimiento y medición de la productividad, el estudio del trabajo se enfoca en el análisis de procesos, por medio de dos técnicas, la primera el análisis de los métodos y la segunda la medición de tiempo.

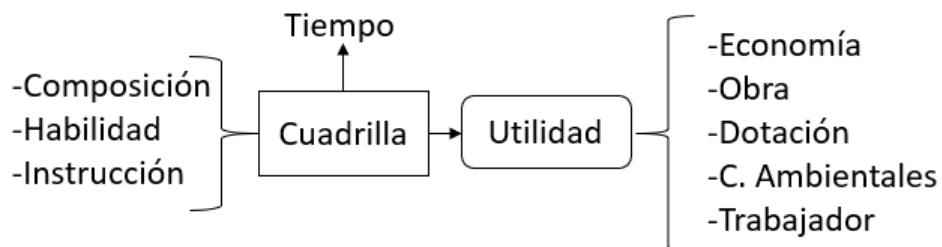
Producción de la mano de obra es la producción de la mano de obra en su trabajo en comparación al tiempo, la descripción de la cuadrilla, la tarea a realizar y condiciones de la obra.

$$Produccion = f(Cuadrilla, Proceso, Entorno)$$

Para determinar la producción de mano de obra se debe tener en cuenta las diferencias entre los tipos de cuadrillas, es decir, las cuadrillas calificadas.

Una cuadrilla calificada son cuadrillas integradas por oficiales y ayudantes de los cuales se conoce sus cualidades, sus estudios sus capacidades, su conocimiento y actitudes para desarrollar las tareas designadas en la construcción, brindando así seguridad, cantidad y calidad en el trabajo. Una cuadrilla representativa es esa cuadrilla cuyo desempeño es igual al del promedio lo cual permite ver que no es la misma cuadrilla.

Figura 9. Producción y entorno por cuadrilla



Fuente: Adaptación. Mejía Aguilar, Guillermo. Seguimiento en la productividad [Pag 49]

De esta manera se puede representar el rendimiento de una cuadrilla.

$$(4) \text{Eficiencia} = \text{Eficiencia Tipo} * \text{Factor de afectación}$$

Con base a esto se puede indicar en porcentaje el aprovechamiento del tiempo de trabajo, valorada a través de un valor de afectación.

3.4.3 Designación de procesos

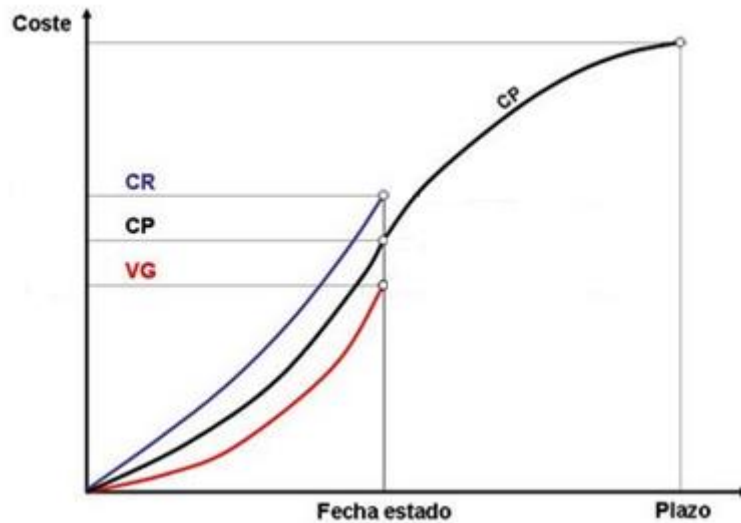
Dentro de este método, se encuentra la gran similitud entre el mismo con la designación de cuadrillas, por lo cual se agrupan procesos (siendo estas actividades programadas) y se planifican según lo estipulado, este es un método muy convencional, usado seguramente por un gran porcentaje de obras existentes ya que se basa únicamente y en la mayoría de las ocasiones de lo establecido en el diagrama de Gantt, analizando principalmente la ruta crítica y el equipo de trabajo presente.[14]

Inicialmente la entidad supervisora de la obra debe definir los procesos que regirán en el proyecto deseado, cada uno de estos debe estar previamente aclarado, explicado, designando a un encargado que se hará responsable de dicho proceso, al mismo tiempo se le deben asignar los recursos que se usaran para el debido trabajo tales como maquinaria, materiales, personal, entre otros. Dicha información debe estar acompañada de su cronograma estipulado previamente por la entidad supervisora. La organización y la planeación de estos procesos son tediosos, esto se debe a que la confiabilidad respecto a la planificación general es baja, por lo cual cotidianamente se basan en una planificación por hitos. Los procesos entre más corto sea el horizonte, este tendrá más probabilidad de cumplir con lo acordado.

Profundizando la situación actual, se sabe que hay muchos factores que afectan una obra, estos fueron mencionados previamente; por lo cual se debe preparar ante dichos sucesos, existe una mínima probabilidad que se pueda ejecutar una obra de gran calibre sin que se presente alguna eventualidad.

La manera óptima para evaluar el comportamiento y el rendimiento de los procesos se desencadenan según la curva "S", donde todos los procesos van formando una línea avanzando continuamente junto con el avance programado, según el grafico se ve en qué estado se encuentra la obra, que proceso ha presentado falencias, y en que ha afectado esto en el proyecto en términos de tiempo tal como se evidencia en el ejemplo a continuación.

Figura 10. Ejemplo simbólico Curva S



Fuente: Adaptación. Yepes Piqueres, Víctor. Curva S en estimación de costos. Elaboración Propia

Explicando un poco la curva "S", es un simple grafico donde se parte y se crea a partir de la programación especificada al inicio de la obra en termino de tiempo y costos, posteriormente debido a que no siempre es exacto dichos datos, ya que varían por muchos factores, se crean nuevas graficas a tiempo real, donde se evidencia si se presentó algún cambio en la planeación, y si es así la entidad supervisora debe tener esto presente para realizar modificaciones en caso de que esto pueda afectar el proyecto ya que está en juego el tiempo planeado, traducido en dinero así mismo. Como se ve en el ejemplo planeado desde el inicio ya la obra no va según lo planeado, esto puede ser por efectos de documentación del proyecto, efectos de convivencia entre los trabajadores, necesidades del cliente, entre otras. [15]

4. METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

En la actualidad la mayoría de los procesos constructivos manejan alta complejidad ya que, por el alto nivel en envergadura, siendo eso gran cantidad de recursos de obra y la relación de muchas actividades para llevar a cabo llevan a los constructores y empresas a tener la gran dificultad de no poder optimizar de la mejor manera buscando a su manera sistemas de seguimiento y control para mejorar esa misma productividad.

Colombia, país en el que se está, los sistemas y procesos de seguimiento y control en las obras y en todo el sector constructivo son en gran manera, procesos de tradición empírica, siendo esta experiencia adquirida por los ingenieros en todos sus años de labor, también la manera de manejar las distintas variables que influyen en los proyectos de construcción creciendo de gran manera la indecisión y la ruta, que se ve de muchas maneras en los proyectos constructivos.

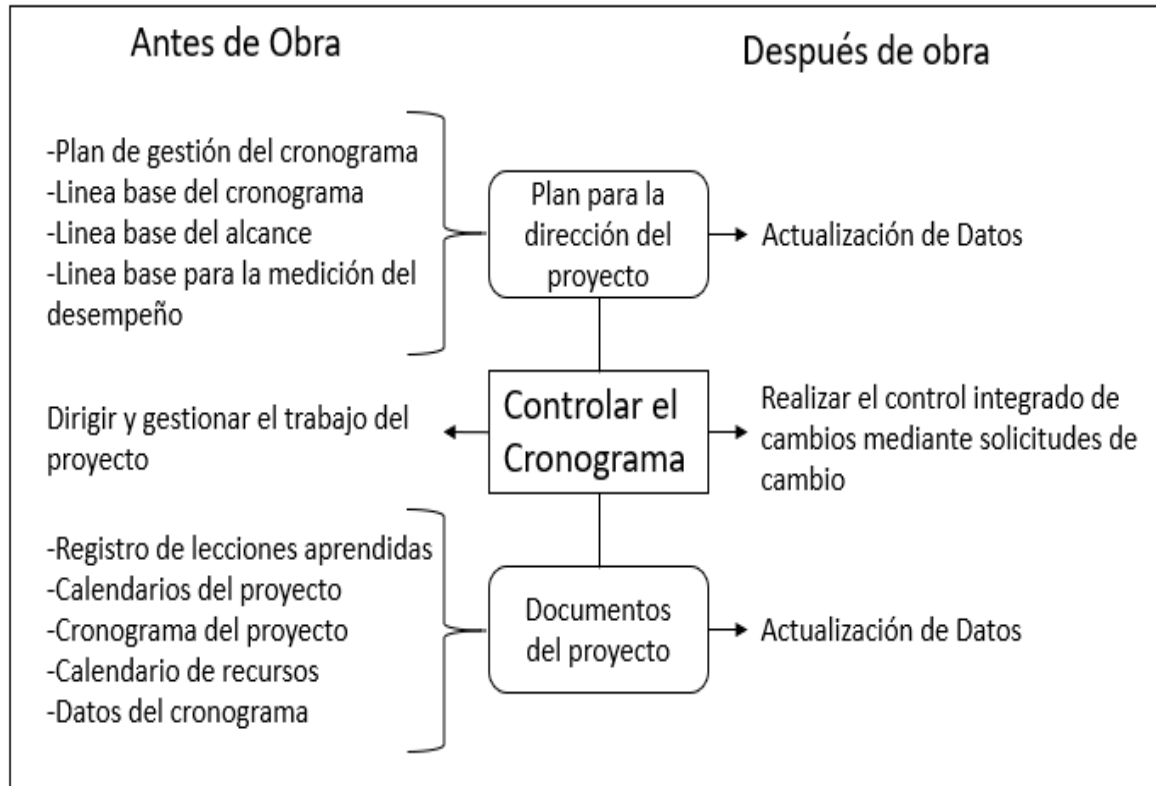
Inicialmente se procedió a realizar una búsqueda acerca de los actuales procesos de seguimiento y control que no van ligados directamente al empirismo, si no que por su naturaleza han sido procesos que se han realizado mediante estudios que intentan llevar el seguimiento y control de manera que se pueden corregir errores y falencias que se dan por el empirismo. Después de la búsqueda realizada, se encontraron tres importantes métodos para el seguimiento y control de las obras, empezando por las líneas de balance que es un método utilizado por gran parte de los ingenieros en Colombia y residentes de obra, otra de ellas sería un seguimiento y control basado en la productividad de obra y el tercer método que consiste en la designación de procesos a realizar, para llevar a cabo un óptimo seguimiento. En base al seguimiento y control de obra se pudo percibir que existen ciertas actividades estandarizadas necesarias para realizar dicho seguimiento y control, dichas metodologías se pueden encontrar en el PMBOK. Ciertamente una de las partes más importante en un proyecto es el monitoreo del seguimiento y control, buscando unas mejores características como lo son el tiempo, costo y calidad, a continuación, se mostrará la metodología citada del PMBOK para poder caracterizar e identificar dichos procesos.

4.1.1 Monitorio y control del cronograma (Tiempo)

El monitoreo y control de un cronograma de obra es el proceso que se realiza para saber el estado de la obra y a medida que sea necesario actualizar dicho cronograma, realizando los cambios pertinentes a la línea base. Esos procesos son

considerados necesarios de llevar a lo largo de toda la obra ya que esto puede mantener el cronograma de la línea base en toda la obra.

Figura 11. Controlar el cronograma a partir del PMBOOK



Fuente: Adaptación. PMBOK 6ta Edición The Standard for Project Management, 2017. [Pag 223]

Los factores principales al momento de controlar un cronograma de obra sirven también para realizar controles y monitoreos con algunos cambios (excepción 4.6), estos cambios ocupan:

- Determinar el estado actual del cronograma del proyecto
- Influir en los factores que generan cambios en el cronograma
- Reconsiderar las reservas de cronograma necesarias
- Determinar si el cronograma ha cambiado
- Gestionar los cambios reales conforme suceden

Todos estos ítems permiten que el trabajo en la obra cumpla el cronograma y progrese de la manera acordada, así se podrá afirmar que el monitoreo y control del cronograma está en orden, esto se debe hacer para asegurarse que todas las informaciones brindadas por contratistas y demás, sean concretas y precisas.

Monitoreo y control del cronograma: Entradas

Plan para la dirección del proyecto (PMBOK Sección 4.2.3.1)

Plan de gestión del cronograma: Este plan dirá la regularidad con la que se pondrá al día el cronograma de la obra y la manera en que se le hará el monitoreo y control al cronograma.

Línea base del cronograma: Es el comparativo que se realiza entre el cronograma planeado y el cronograma real, esta línea base del cronograma permite saber si se necesita realizar cambios, correctivos para prevenir errores.

Línea base del alcance: La línea base de alcance son las metas que se supone que el proyecto podrá alcanzar, siendo esta las EDT, las restricciones del proyecto. Estos documentos son analizados a la hora de monitorear.

Líneas base para la medición del desempeño: Es un comparativo entre el cronograma real de proyecto y el cronograma planeado, en el cual se comparan y se realizan los cambios necesarios para mejorar.

Controlar el cronograma: Herramientas y técnicas

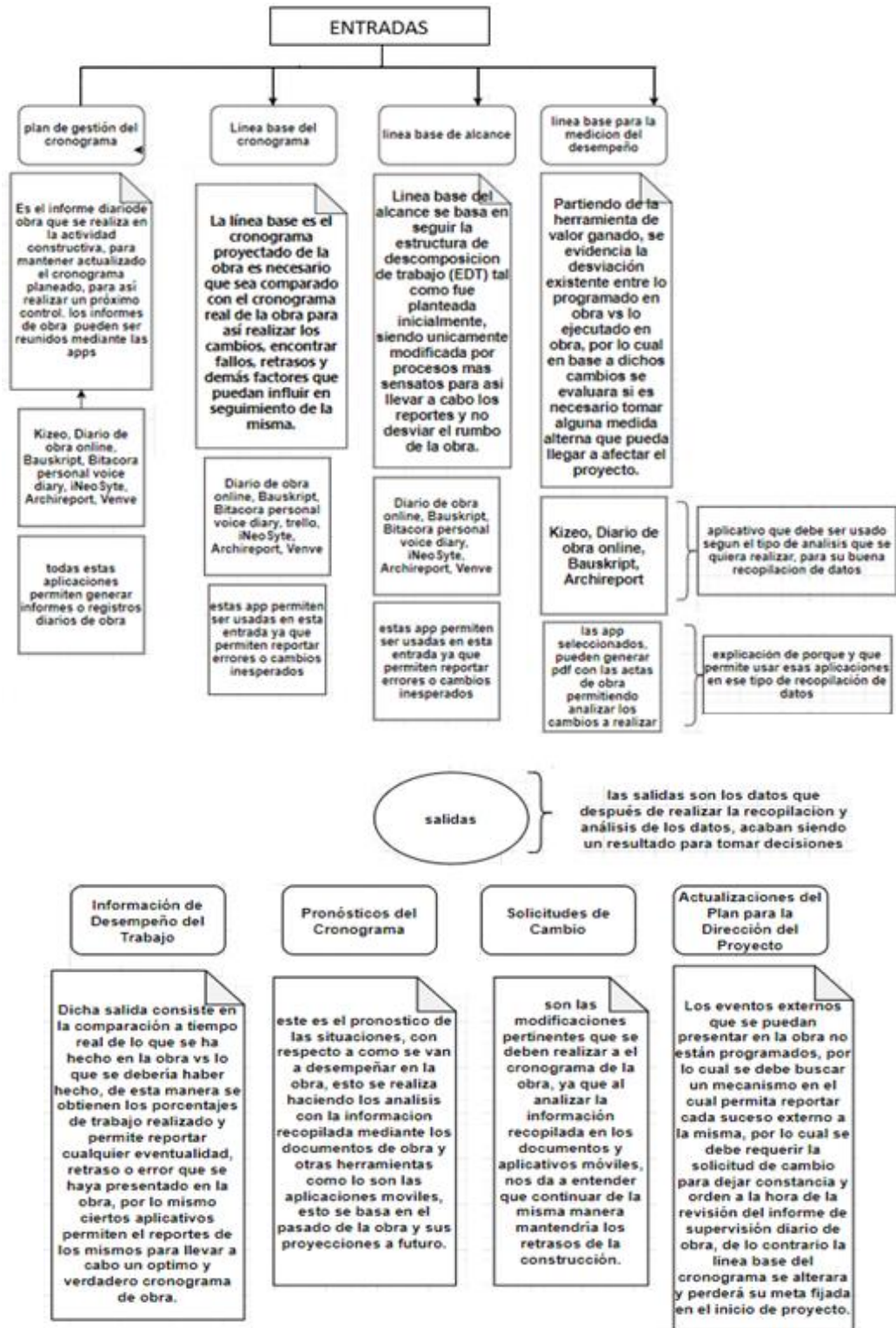
Análisis de valor ganado: Esto es una medida en la cual se analiza el desempeño del cronograma de la obra, uno de esos análisis es variación en el cronograma (SV) y índice de desempeño del cronograma (SPI), estos índices son usados para analizar la desviación con respecto al cronograma original (línea base).

Revisiones del desempeño: Este es un análisis que permite medir el desempeño con el cual el cronograma se relaciona a la línea base, analizando las fechas de inicio y finalizaciones de este o duraciones.

Análisis de tendencias: Este ítem analiza el cronograma de la obra midiendo si el desempeño a lo largo del tiempo en obra ha mejorado, se ha estancado o está siendo deteriorado.

Dentro del análisis realizado y para la correcta caracterización de cada ítem, en este caso tiempo, se realizó el análisis detallado de cada una de las entradas y salidas dadas, por lo cual se determinó cuáles de ellas era óptimas para el uso de aplicaciones y posteriormente se describe cuales aplicativos podrían funcionar tentativamente frente a dicha entrada.

Figura 12. Actividades susceptibles a mejorar en función del tiempo

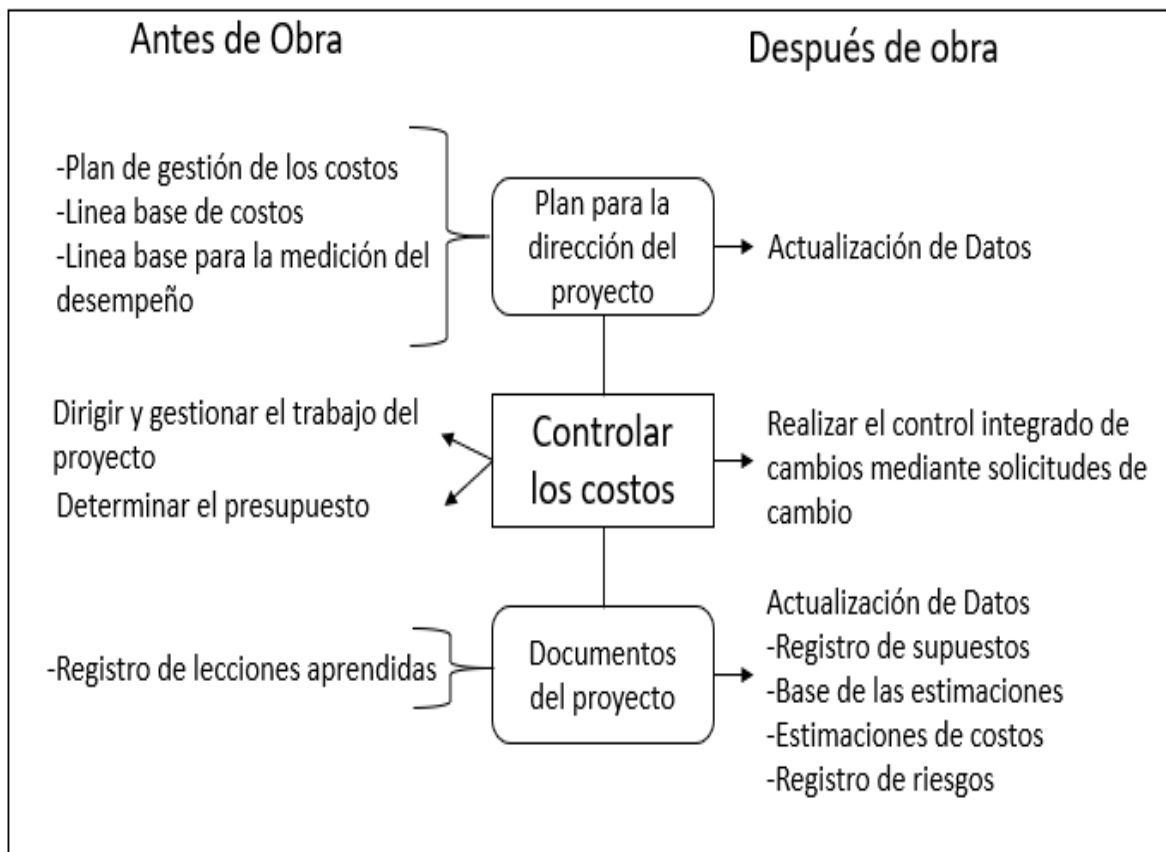


Fuente: PMBOK 6ta Edición The Standard for Project Management, 2017. Elaboración Propia

4.1.2 Monitoreo y control de costos

El monitoreo y control de costos es el monitoreo que se lleva a cabo y ordenar los costos del proyecto, analizando y llevando en tiempo real los costos del proyecto y analizando las respectivas modificaciones en la línea base. El beneficio de monitorear los costos es poder mantener en su momento la línea base y si se puede ser mantenida en todo el proyecto, el proceso de control de costos es un proceso que se debe realizar de principio a fin de obra.

Figura 13. Control de Costos. Tomado de PMBOOK



Fuente: Adaptación. PMBOK 6ta Edición The Standard for Project Management, 2017. [Pag 258]

Para realizar un monitoreo y control suficiente del proyecto se necesita información sobre el costo real del estado en donde se encuentre el proyecto, y los costos que se van a ocurrir a medida que transcurre el proyecto, esto permite que cualquier aumento en los costos corresponda al presupuesto real autorizado y que si se van a modificar algunos costos se puedan aprobar solo mediante el proceso de control integrado de cambio (sección 4.6).

Objetivos de las entradas en base al control de costos según el PMBOK

- Hacer efecto sobre los factores que realiza cambios a la línea base de costos autorizada.
- Hay que asegurar que todas las solicitudes de cambio se lleven a cabo de manera oportuna.
- Gestionar los cambios reales a medida que están dando.
- Hay que asegurar que los gastos no excedan los fondos autorizados por período, por componente de la EDT/WBS, por actividad y para el proyecto en su totalidad.
- Monitorear el desempeño del trabajo con relación a los gastos en los que se ha incurrido
- Evitar que se incluyan cambios no aprobados en los informes sobre utilización de costos o de recursos
- Informar a los interesados pertinentes acerca de todos los cambios aprobados y costos asociados
- Realizar las acciones necesarias para mantener los excesos de costos previstos dentro de límites aceptables

Plan para la dirección del proyecto

Plan de gestión de costos: Siendo este el método en el cual se hace una revisión previa del presupuesto disponible para el desarrollo del proyecto.

Line base de costos: Eje fundamental donde se compara a tiempo real el presupuesto planeado en contra del ejecutado, para así mantener orden y exactitud en el desarrollo del proyecto.

Line base para la medición de desempeño: En base a la herramienta del valor ganado se hace la misma comparación entre el presupuesto planeado vs el ejecutado.

Análisis de datos

- 1) Análisis de valor ganado: El valor ganado es un comparativo que se realiza de la línea base para medir los avances en cuanto al avance real de los cronogramas de trabajo y de los costos, este análisis de valor ganado adjunta las líneas base de costos y cronograma, así permitiendo encontrar una línea base que muestre el desempeño más específico y fácil de entender. Dentro de estos se deben tener en cuenta ciertos parámetros, tales como:
 - Valor Planificado (PV) es el valor autorizado que se ha asignado en el presupuesto a todo el trabajo que ha sido programado, todo trabajo debe

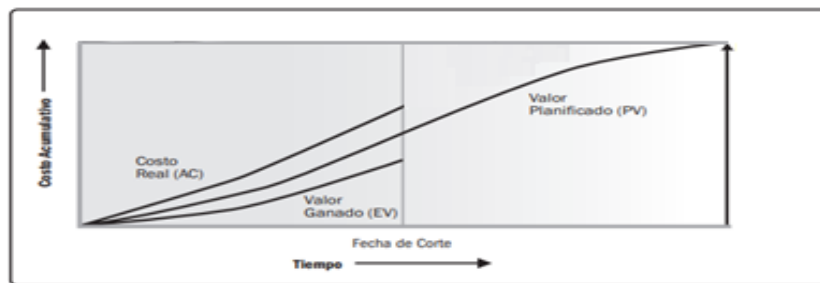
ser ejecutado y así poder ser medido mediante los costos que se han visto, el valor planificado es analizado a lo largo de todo el proyecto.

- Valor Ganado (EV) es la medición que se hace del trabajo con respecto al presupuesto real que ha sido pensado, el valor ganado se utiliza para saber el porcentaje de trabajo que ha sido realizado del proyecto.

2) Análisis de variación: El análisis de variación es el análisis que se hace entre los costos planificados, reales, y mediante estas comparaciones se permite detectar todo tipo de falencias que hay entre la línea base del proyecto, esto permite darse cuenta de los errores dados en el proyecto y realizar actividades correctivas.

3) Análisis de tendencia: Este análisis evalúa los avances de la obra al pasar el tiempo y permite saber si el proyecto el estado del proyecto, el análisis de tendencia permite generar gráficos que permite generar de mejor manera los objetivos que pretende llevar el proyecto. Por lo tanto, dichas tendencias se pueden presentar gráficamente en una curva S aplicada en la Figura 14 donde se hace la descripción del análisis del valor ganado, donde este se puede controlar teniendo en cuenta el valor planificado desde el inicio del proyecto, valor ganado y costo real.

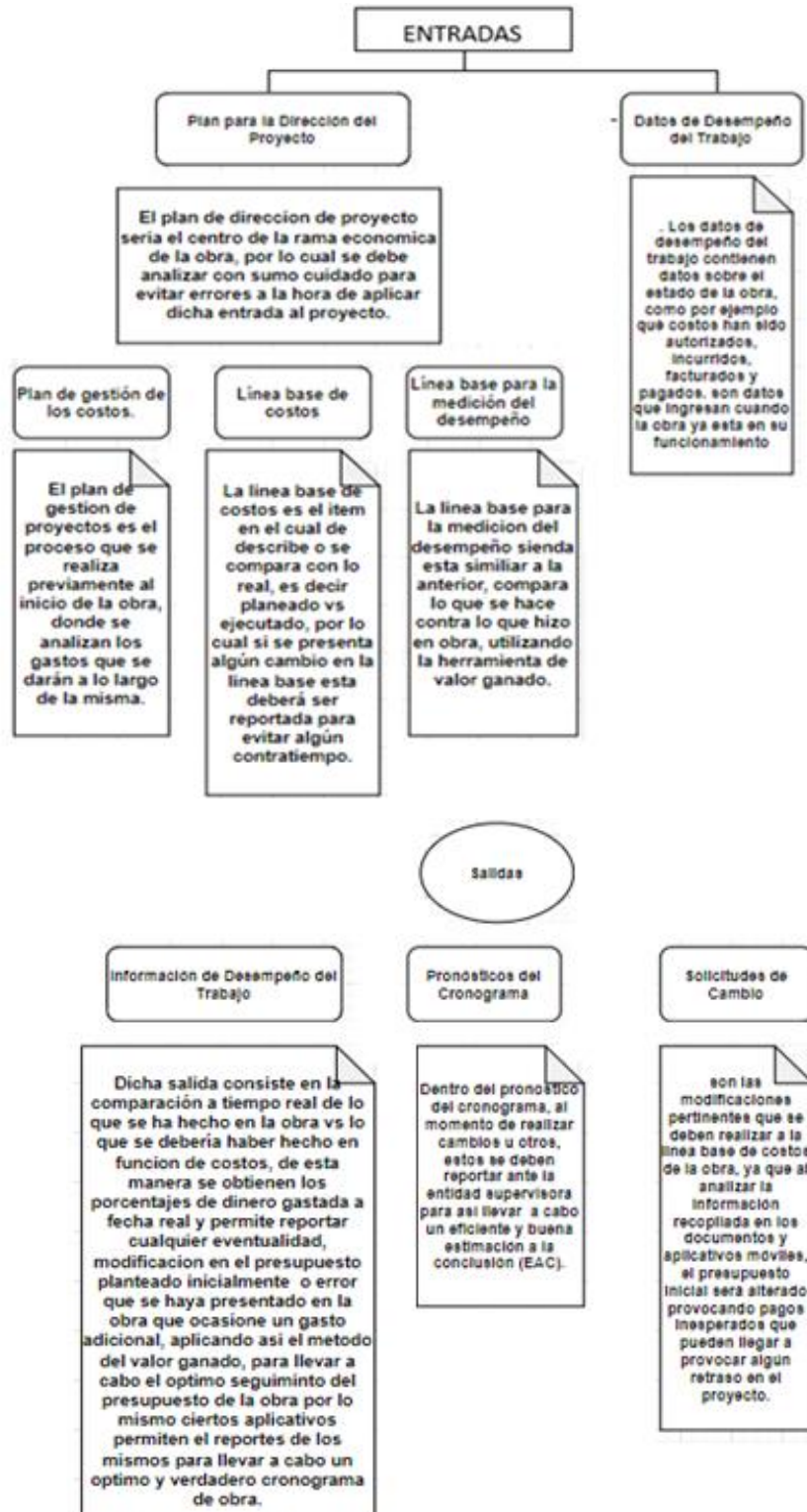
Figura 14. Ejemplo curva S enfocada en Costo



Fuente: Adaptación. PMBOK 6ta Edición The Standard for Project Management, 2017. [Pag 264]

De la misma manera tal como se realizó en el monitoreo y control del tiempo se realizó un esquema, donde se evidencian las estancias en las cuales aplicarán y podrán ser usadas las aplicaciones móviles, por lo cual se caracteriza el uso de estas para posterior poder evaluar las instancias analizadas y dar un juicio respecto al mismo. Se puede decir que dentro del monitoreo y control de costos es poco el abarque que deben tener las aplicaciones debido al sistema operativo de las mismas, estas van más ligadas y enfocadas a manejar estancias tales como el tiempo y calidad, a continuación, se evidencia el inventario de aplicaciones dedicadas y relacionadas al monitoreo y control de costos.

Figura 15. Actividades susceptibles a mejorar en función del costo

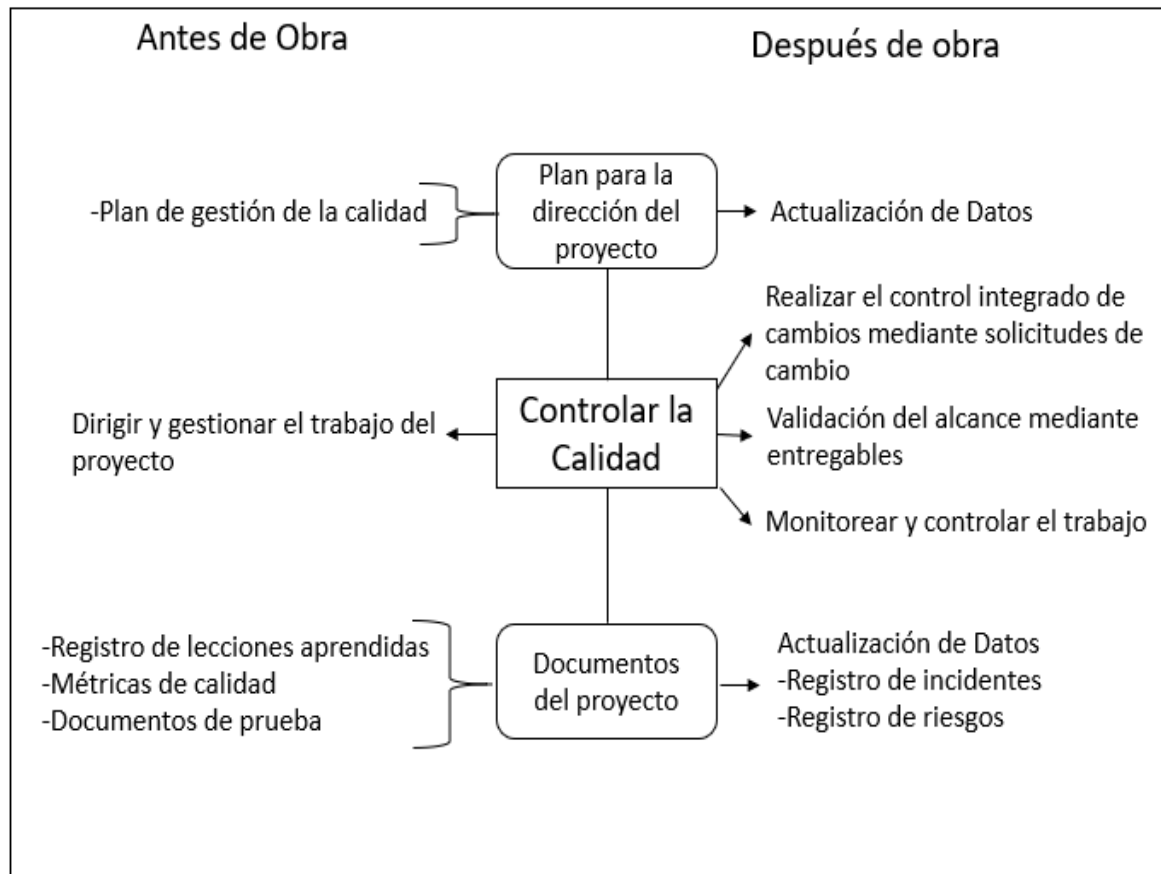


Fuente: PMBOK 6ta Edición The Standard for Project Management, 2017. Elaboración Propia

4.1.3 Monitoreo y control de la calidad

El monitoreo y control de la calidad es el análisis que se realiza sobre la ejecución de las actividades en la obra, lo que permite el monitoreo y control de gestión de la calidad, esto permite analizar el desempeño de la ejecución de la obra y asegurar que todas las metas de la línea de balance sean completadas de manera correcta y que cumplan todos los requisitos exigidos. Lo que se busca con el monitoreo y control de la calidad es que todas las actividades realizadas en la obra al momento de ser entregadas cumplan con todas las expectativas por parte de los clientes en términos de calidad.

Figura 16. Control de calidad. Tomado de PMBOOK



Fuente: Adaptación. PMBOK 6ta Edición The Standard for Project Management, 2017. [Pag 299]

Documentos para verificar el proyecto (Entradas)

-Registro de lecciones aprendidas.

-Métricas de Calidad.

-Documentos de prueba y evaluación.

Monitoreo y control de calidad: Herramientas y técnicas

Recopilación de datos

Lista de verificación: El documento de lista de verificación permite llevar una gestión de monitoreo y control de una forma más estructurada.

Hojas de verificación: Son un tipo de documentos también llamado hojas de anotaciones que permite gestionar de manera organizada la recopilación eficaz y efectiva de la información de la obra permitiendo saber si hay alguna falla en la calidad. Estas hojas de verificación permiten la recolección de la información de la obra mediante el análisis de las cualidades y efectos para identificar los errores, a continuación, se ilustrará un ejemplo:

Tabla 1. Ejemplo grafico de errores presentes en la calidad de un proyecto

Defectos/Fecha	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 3	Fecha 4	Total
Pequeño arañazo	1	2	2	2	7
Gran arañazo	0	1	0	0	1
Doblado	3	3	1	2	9
Falta componente	5	0	2	1	8
Color equivocado	2	0	1	3	6
Error de rotulación	1	2	1	2	6

Fuente: Adaptación. PMBOK 6ta Edición The Standard for Project Management, 2017. [Pag 302]

Muestreo estadístico: Es la selección de una parte estadística poblacional con el interés de inspección, con este muestreo estadístico permite controlar y monitorear la calidad para las entregas finales, todos estos muestreos deben realizarse en la planificación del proyecto para realizar la gestión de calidad.

Cuestionario y encuestas: los cuestionarios y encuestas son usados como base de datos para saber la satisfacción de los clientes después de la entrega de productos y servicios, así verificando su calidad.

Inspección: La inspección es una figura de monitoreo y control que permite evaluar el producto viendo si realmente cumple con todos los estándares de calidad, el

monitoreo y control mediante inspección incluye medidas sobre el producto que permite también llevar un muestreo estadístico, estas se pueden realizar de una actividad o varias de la obra para la entrega final del proyecto. Por otra parte, en el control de calidad en obra se encuentran los sistemas de gestión de calidad eficientes para la realización de un proyecto son fundamentales para evitar problemas o sobrecostos, actualmente se ha intentado por parte de las compañías generar sistemas de gestión y control de las construcciones con una finalidad principal como lo es la calidad. Actualmente para la realización de la inspección de calidad y que en las obras constructivas exista la calidad, existen tales normas y mecanismos para ello.

La ISO (International Standard Organization) es una entidad mundial que reúne a más de 130 países siendo una entidad no gubernamental fundada en 1947 con un fin principal de normalizar, así creando una facilidad en el intercambio de bienes y servicios, el grupo de normas ISO 9001 establece lineamientos, modelos, normas, directrices para exigir sistemas de calidad.

Tabla 2. Compendido de Normas ISO 9000

Norma	USO Y FUNCIONES
ISO 9000	
9000-1	Normas para la administración de la calidad y aseguramiento de la calidad. Parte 1 directrices para su selección y uso.
9000-2	Normas para la administración de la calidad y aseguramiento de la calidad. Parte 2 Lineamientos genéricos para la aplicación del
9000-3	Normas para la administración de la calidad y aseguramiento de la calidad. Parte 3 Lineamientos para la aplicación de ISO 9001 en el desarrollo, mantenimiento y suministro de software.
9000-4	Normas para la administración de la calidad y aseguramiento de la calidad. Parte 4 directrices para la administración de un programa de seguridad de funcionamiento.
9001	Sistemas de calidad. Modelo de aseguramiento de la calidad aplicable al diseño, producción, instalación y servicio.
9002	Sistemas de calidad. Modelo de aseguramiento de la calidad aplicable a la producción, instalación y servicio.
9003	Sistemas de calidad. Modelo de aseguramiento de la calidad aplicable a la inspección y ensayos finales.
9004-1	Administración de la calidad y elementos del sistema de calidad Parte 1: Directrices.
9004-2	Administración de la calidad y elementos del sistema de calidad Parte 2: Directrices para servicios.
9004-3	Administración de la calidad y elementos del sistema de calidad Parte 3: Directrices para servicios.
9004-4	Administración de la calidad y elementos del sistema de calidad Parte 2: Directrices para el mejoramiento de la calidad.

Fuente: Adaptación. Gutiérrez, Rodrigo. Documentación de sistemas de calidad, [1998]

La calidad de según PMI (Project Management Institute) los controles de calidad son el proceso de monitoreo y registro en las actividades realizadas en los proyectos o construcciones para realizar una evaluación evaluando los desempeños y recomendando soluciones o mejoramientos con el fin de que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales fue empezado, esto hace ver el proyecto como un producto el cual debe tener unos estándares de calidad en el cual las medidas y técnicas con respecto a calidad en el proyecto ya deben ser específicas al tipo de producto.

Según Limmer (1997) se dice que para objetos de calidad en cualquier obra civil o de construcción hay unos aspectos principales que se deben tener en cuenta a la hora de construir, uno muy principal es la calidad a la hora de la construcción, otro igual de importante es la calidad de la construcción en su planificación, y una calidad latente en todas las etapas que tienen que ver en la ejecución de estas, dando al final una calidad de la edificación construida. La primera etapa que fue mencionada llamada planificación a la hora de la construcción se basa en principio en el uso de normas y estándares para que la construcción quede bien hecha. En la segunda etapa que es el control de calidad en la ejecución de la obra permite el cumplimiento en los estándares totales de la obra, Y como tercera etapa igual de importante es garantizar la calidad de obra siendo esto que cumpla con los criterios estipulados.

Según Forcada ET Al (2013), para hacer que la construcción tenga la mínima cantidad de imperfecciones hay que hacer un seguimiento muy controlado (Control de calidad) en la subcontratación, y en los lugares donde por lo general siempre ocurren problemas de obra por lo cual se implementa dicha metodología especializada en la inspección de calidad la cual consiste en la recopilación de datos y análisis de estos que cualquier actividad, se consulta la documentación existente (todos los términos de calidad) para llevar a cabo la observación de la actividad constructiva en el tiempo que se realice la ejecución de la actividad, teniendo en cuenta las inspecciones a realizar y el contacto con los trabajadores implicados.

En la recopilación de datos hay que saber las condiciones de cómo, cuándo y el tamaño de la actividad que se va a realizar, y cualquier tipo de información que tenga que ver con la actividad que se vaya a realizar.

Dentro de los Perfiles y definición de las actividades se describe la información de la entidad encargada de la construcción, dando ubicaciones, área del proyecto, tamaño de la actividad y hablar si la empresa consta con certificaciones de calidad para realizar dicho proceso, ya que para Colombia no hay normas estándares de cada empresa sobre la ejecución de las actividades constructivas.

Documentación de calidad: En el caso de que el ente posea un manual de calidad para realizar las actividades necesarias de la obra, se podrá saber sobre políticas de calidad y cumplimiento de plazos, entre otros. Desde el momento en que se va a planear la obra hasta el momento en el cual se va a entregar, principalmente toda actividad que se realice debe tener muy buena calidad. Así mismo está la instrucción de trabajo que es donde se define el cómo realizar una actividad en específico y finalmente la respectiva especificación de materiales donde este consta de un manual de como recibir, almacenar y mantener los materiales en la obra.

Resumen los datos obtenidos: Después de realizar el análisis general para cada una de las actividades realizadas, se da un puntaje por cantidad de inspecciones y se analiza por una serie de ítems que conforman la actividad, este es un ejemplo de inspección que se realiza para un apartamento completo.

Tabla 3. Ejemplo de inspección de calidad.

Problemas	Cat*	Inspección		
		1°	2°	3°
Carpintería de madera- Pueras externas y internas	Car	114	22	4
Carpintería de aluminio- Ventanas	Car	53	12	1
Limpieza y presentación del inmueble	Otr	44	8	0
Revoque liso	Rev	41	6	0
Revestimineto de cerámicos	Rev	37	8	0
Rejuntado de los revestimientos de cerámicos	Rev	34	4	1
Carpintería de aluminio- Puerta del balcón	Car	32	6	0
Pintura látex sobre el revoque	Rev	25	2	1
Cuarda cuerpo de aluminio- balcón	Otr	22	2	0
Acabado de shaft de las instalaciones	Otr	19	4	1
Pintura texturizada interna- techo	Rev	16	0	0
Pintura texturizada externa- balcón	Rev	13	1	0
Parilla- balcón	Otr	6	4	0
Instalación eléctrica- mecanismos interruptores	Otr	6	0	0
Perfil plástico vierteaguas- balcón	Otr	4	2	1
Placas de PVC- falso techo del baño	Rev	2	0	0
Yeso conformado- falso techo de cocina	Rev	2	1	0
Totales de fallos detectados	-	470	82	9
Unidades inspeccionadas/ reprobadas	-	180/115	115/23	23-mar

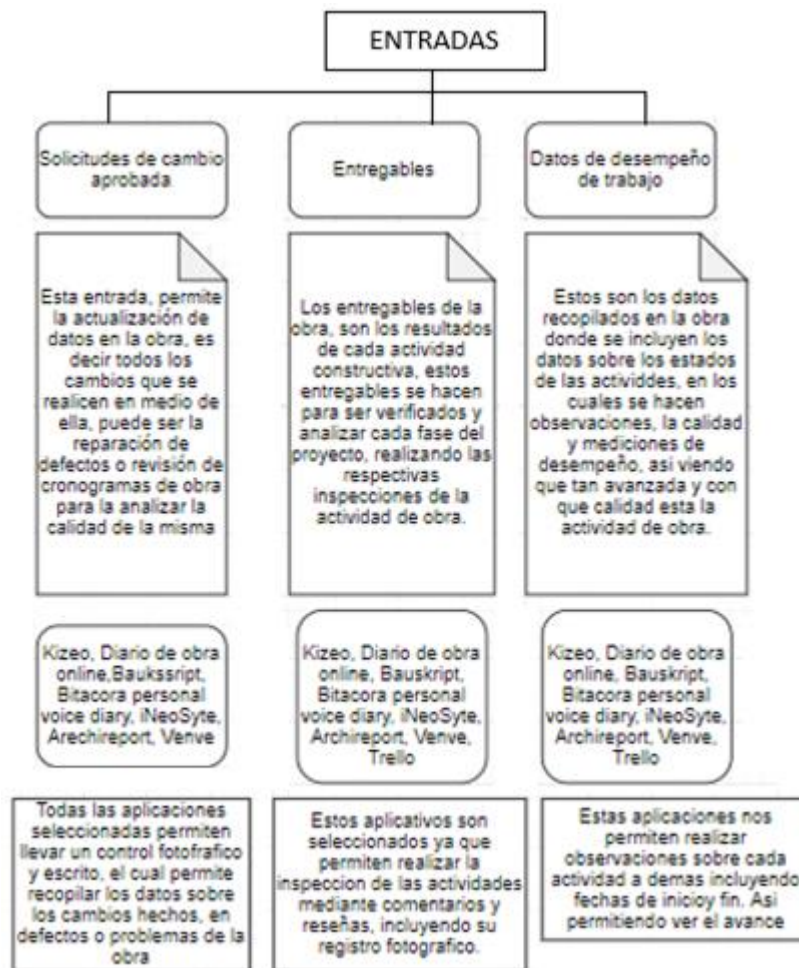
Fuente: Tomado de Autores. *Categoría: Car: Carpintería; Rev: Revestimientos y pintura; Otr: Otros.

Después de realizar dicha inspección, se procede a realizar cierto análisis para así detectar los fallos que se realizaron durante la ejecución, de esta manera se puede arreglar dichos sucesos no previstos y brindarle al cliente la mejor calidad posible.

En caso de existir se hace un análisis más a fondo de las causas por las cuales se produjeron ciertas imperfecciones a la hora de la entrega, por lo cual se debe analizar por cuál de las tres causas principales se dio, dentro de estas se encuentran: Mano de obra no calificada, Manejo inadecuado de los materiales y falta de supervisión.

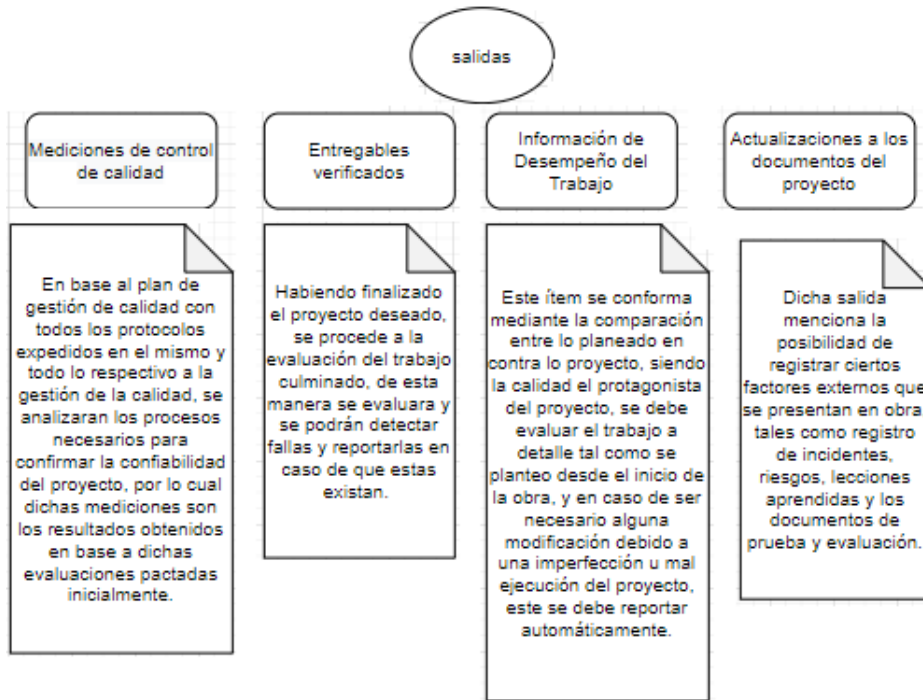
En base a la información obtenida e indagada, se realizó el respectivo esquema de caracterización de las actividades susceptibles a mejorar para el uso de aplicaciones móviles para así tener en cuenta a la hora de la practica cada ítem estudiado para así de tal manera tenerlo presente al llegar el momento de hacer uso de los aplicativos móviles en obra. Tal como se muestra a continuación.

Figura 17. Entradas. Actividades susceptibles a mejorar en base a la calidad.



Fuente: PMBOK 6ta Edición The Standard for Project Management, 2017. Elaboración Propia

Figura 18. Salidas. Actividades susceptibles a mejorar en base a la calidad.



Fuente: Adaptación PMBOK 6ta Edición The Standard for Project Management, 2017. Elaboración Propia

4.2 APLICACIONES MOVILES

El uso aplicaciones móviles para llevar un control óptimo durante la ejecución de una obra ha ido aumentando su demanda, al mismo tiempo de la facilidad de adquirir un equipo con dichas características requeridas.

Debido a la facilidad que estas aplicaciones proponen para que supervisor pueda realizar periódicamente informes en base a lo registrado en dicha aplicación, en este caso una bitácora de obra, estas aplicaciones constan de una tecnología la cual permite elaborar observaciones precisas y detalladas desde cualquier lugar donde se encuentre la entidad supervisora, al mismo tiempo permite a que todos los trabajadores del proyecto estén al tanto de cualquier eventualidad que se pueda dar [16]. diferentes proyectos han ido enfocados en este entorno, al crear una aplicación óptima para llevar a cabo el libro de obra, a parte de las ya existentes, lo cual se debe indagar acerca de cada una de estas para realizar un juicio acerca de su efectividad ante una labor real. Hoy en día diferentes personas y empresas han empezado a trabajar acerca del tema, a pesar de que la bibliografía existente es

muy escasa, esto se debe que hace 10 años los celulares eran exclusivamente para llamadas y mensajes de texto, lo que ha llevado la poca información acerca del tema [17] . con la actualización de estos equipos las empresas han decidió ampliar el campo tecnológico para así suplir las necesidades de cada usuario.

Con base en bitácoras su principal objetivo es llevar a cabo las actividades tales como se programaron antes de iniciar un proyecto designado, dentro de los grandes beneficios que puede llegar a dar una aplicación como las planteadas, es que no se requiere la presencia a toda hora del ingeniero supervisor, además es una gran ayuda para realizar las bitácoras de obra que toca llevar a cabo para mostrar los avances que se vayan presentando a lo largo del proyecto, y que el dueño del predio tenga la certeza que dicha obra va siguiendo los pasos correctamente tal como se plantearon al inicio de la obra sin ningún contratiempo. Dentro de este campo de acción no existe suficientes pruebas, ni reseñas acerca del uso de “Apps” como herramienta de seguimiento de obra, pero tal como se describen hace llamativo su software para ser implementado y ver su efectividad, sin embargo, en relación con el uso de estas aplicaciones, no se puede estipular las estadísticas de obras civiles las cuales utilicen esta herramienta; por lo tanto, no hay información certificada acerca del tema.

Sin embargo, el mercado de las aplicaciones móviles es amplio, se encuentran distintos tipos de aplicativos, algunos mejores que otros, incluso más eficientes, hablando en términos de calidad, costo y tiempo las aplicaciones tienen que ser analizadas para poder así generar un juicio y no seleccionar aplicaciones “deficientes” en el tema.

Para esto es necesario realizar un inventario de aplicaciones móviles en la cual se debe analizar cada una de estas detalladamente para conocer el uso de cada una de estas, en base al inventario realizado se debe buscar el resultado óptimo.

4.3 INVENTARIO DE APLICACIONES

4.3.1 Kizeoforms

Kizeoforms es una aplicación móvil paga en la cual se puede crear y recopilar datos de obra con el celular o una Tablet, lo que hace muy interesante esta aplicación es el uso que le puede dar a esta sin necesidad de una conexión a internet, al igual que una plataforma web exclusiva donde se registrara cada informe generado desde la obra para llevar a cabo un registro y control óptimo. según estadísticas el uso de este aplicativo puede aumentar hasta un 30% la productividad de la obra, y bien sea esto se traduce en dinero, al ahorrar tiempo, la nómina será menor y se podrá ahorrar cierta cantidad de dinero, independientemente de esto, se lleva a cabo el seguimiento y control de las actividades que se van realizando diariamente de una manera organizada, en la cual los altos cargos estarán al pendiente de esta misma. La comunicación durante la ejecución de una obra es muy importante, por lo cual dicha aplicación busca reforzar dicha comunicación actualizando a tiempo real todo los avances realizados y continuamente subidos a la plataforma.

La descarga de cada uno de los informes diariamente generados puede ser exportados en diferentes formatos (Word, Excel y PDF). Lo curioso de esta APP es que genera automáticamente el informe especificando actividad realizada, personal a cargo, fecha de inicio y de fin, maquinaria o equipos utilizados, Para corroborar el buen uso y desempeño de la aplicación se realizó un pequeña simulación, en la cual se propone realizar el sellado de juntas de la primera planta de una edificación, para así saber llevar a cabo el óptimo uso de la aplicación, al iniciar, se debe registrar la actividad a realizar, posteriormente registrar en el informe el supervisor a cargo de la misma junto con los agentes designados para este labor, a medida que se hacen las actividades se registran en una tabla, la cual las va acomodando según la hora establecida, en este caso para el sello de juntas, se registró la preparación de la boquilla respectiva, y su aplicación, a medida que dichas actividades se van haciendo, se toman fotos para que quede constancia; finalizando dicho proceso, la aplicación genera automáticamente un informe enviado a un correo electrónico designado con todos los sucesos del día, tal como se evidencia a continuación.

Figura 19. Informe generado en base a un ejemplo de la aplicación Kizeoforms

Reporte registro diario ##site##

Registro diario

Apellidos : Kizeo
Nombre : Demo
Fecha de respuesta : 2/10/20 17:08:18
Entre su correo electrónico para recibir un reporte : nnieto12@gmail.com

Principio de servicio

Sitio : Edificio Aranjuez
Destinatario del informe : Nicolas Torres
Fecha de servicio : 2/10/20
Hora de comienzo : 7:00
Agente 1 Apellidos : Torrez
Nombre : Juan
Agente 2 Apellidos : Barrosa
Nombre : Jaime

Órdenes especiales

Órdenes : se debe realizar en la mañana de hoy el brochado de la planta 1 del edificio en su totalidad, el material ya se encuentra disponible en el inventario.

Acontecimientos del servicio

Acontecimientos

Principio : 7:10
Acontecimiento : Se procede a preparar la respectiva mezcla del sello de juntas, cada caja consta con 5Kg de la misma, y hay 4 unidades en el inventario.

Foto :



Fin : 7:30

Principio : 7:40
Acontecimiento : se procede a empezar con el brochado del piso, a cargo de los dos agentes estipulados.

Foto :



Hora de fin de servicio : 11:30

Firmas

Firma del agente :



Fuente: Kizeoforms, Informe de registro diario, versión PDF. 2021

Continuamente, después de culminar las actividades del día, el supervisor a cargo debe reunir a la plantilla la cual está registrando y anotar el nombre de cada agente presente junto con la debida hora de llegada y de culminación, acorde con el ejemplo mostrado previamente, el relleno de juntas tomo aproximadamente cuatro horas en realizar, por lo cual en base a esto se realiza el siguiente informe, es un poco más breve pero son datos que se deben tomar en cuenta para llevar un correcto funcionamiento del cronograma planteado previamente tal como se ilustra.

Figura 20 Informe de asistencia generado en el aplicativo Kizeoforms

Supervisión de obras


Supervisión de obra

Apellidos : Kizeo
Nombre : Demo
Fecha de respuesta : 2/10/20 16:55:54
Fecha : 2/10/20
Nombre obra : Edificio Aranjuez
Dirección obra Calle : Carrera 39#44-86
Código postal :
Ciudad : Bucaramanga
País : Colombia

Nombre Cliente : Camilo Llanos
Jefe de obra : Nicolas Torres

Horarios

Empleado : Jaime Barrosa
Tiempo trabajado (en horas) : 4

Empleado : Juan Torrez
Tiempo trabajado (en horas) : 4
Firma :


Fuente: Kizeoforms, Informe de supervisión. 2021

Además de ser una aplicación que solamente puede llevar a cabo los avances en obra, esta app contiene ciertas características especiales las cuales la hacen única en su campo, mediante esta aplicación el gerente de obra se mantiene al tanto de la disponibilidad de materiales que hayan en el campamento para poder llevar el control sobre estos, de la misma manera se pueden generar visitas de control y seguridad, lo cual al personal de obra le llega a su teléfono móvil una reunión en la cual comentaran personalmente al jefe de obra acerca de avances, retrasos y demás.

El reporte de accidentes o de cualquier retraso que se presente esta aplicación está en capacidad de tener en cuenta este suceso y ajustar el horario de la manera más optima posible, por lo cual, a la hora de realizar el reporte, el jefe de obra automáticamente ajusta el proceso a seguir y la aplicación lo convalida y lo actualiza a todo el personal en obra. La aplicación ofrece gran variedad de formularios para rellenar, tales como recibo de materiales, reporte de incidentes. Como ejemplo se tomaron pantallazos dentro de la aplicación, mostrando como es la secuencia que se debe seguir para hacer cada reporte, la información pedida por la aplicación,

junto con su debida justificación, este aplicativo contempla cualquier evento a suceder, esto es lo que la hace muy funcional, y vital para ahorrar tiempo. Ahora se mostrará como es el llenado de dichos formularios, como resultados se obtiene un informe similar a los mostrados previamente.

Recibo de Materiales/Mercancías:

Figura 21. Ejemplo enfocado al recibo de materiales Kizeoforms

Producto	Código de barras	Daños
11 varillas, Diámetro 3/4	087856123162	

Fuente: Kizeoforms, Interfaz de menú de recibo de mercancías. 2021

En base a los formularios que se pueden llenar con dicha aplicación, ofrece gran seguridad tanto en la calidad como en la programación de la obra, es una APP que se dedica a velar por el buen funcionamiento y manejo de esta. Así mismo como el ejemplo anterior enfocado al recibo de materiales, esta también permite llevar a cabo el uso de otros formularios importantes para este entorno dentro de cuales está el registro de incidentes, siendo este de suma importancia ya que nadie está seguro de que la obra se ejecutará tal como se planeó.

Reporte de Incidentes:

Figura 22. Ejemplos hechos mediante aplicativo Kizeoforms para el reporte de incidentes.

The image displays two side-by-side screenshots of the Kizeoforms mobile application interface for reporting incidents. Both screens have a dark header with 'Cerrar' and 'Informe de incidente'.

Left Screenshot:

- Persona declarando el incidente:** Nicolas Torres 3187947802, nnieto12@gmail.com, UPB Ing. Civil.
- Lugar del incidente:** Latitud: 7.119874000549316, Longitud: -73.10780334472656.
- Fecha y hora del incidente:** 1 de octubre de 2020 10:00 a. m. COT.
- Nombre del supervisor:** Juan Torrez 3156745871 Agente.
- Descripción detallada de los hechos:** Durante el recibo de material, una varilla se desprendió del resto y le cayó encima a un agente (Jaime Barrosa).

Right Screenshot:

- Descripción detallada de los hechos:** Durante el recibo de material, una varilla se desprendió del resto y le cayó encima a un agente (Jaime Barrosa).
- Testigos:** A table with columns: 'Puede agregar tantos o... Puede agr...', 'Información del testigo Luis', and 'Firma del testigo Si'.
- Acciones correctivas:** Se toma como medida preventiva, mínimo 3 agentes para el recibo de cualquier material que llegue.
- Fotos del incidente:** A photo showing a construction site with a worker.

Fuente: Kizeoforms, Interfaz de menú de informe de incidente en obra. 2021

En base a los formularios que se pueden llenar con dicha aplicación, ofrece gran seguridad tanto en la calidad como en la programación de la obra, es una APP que se dedica a velar por el buen funcionamiento y manejo de esta. Dentro del campo del diseño de aplicaciones móviles, Kizeoforms es una de las económicas, aportando planes mensuales y anuales de 14.90€ y 9.90€ respectivamente, pagando ese precio mensual se pueden obtener todos los beneficios que esta aplicación puede ofrecer.[18]

Tabla 4. Tabla de aspectos generales del aplicativo Kizeoforms

KIZEOFORMS	
Desarrollador	Kizeo
Tamaño	21,7 MB
Categoría	Negocios (Enfocado a distintos ámbitos)
Compatibilidad	IOS y Android
Calificación General	3,5 estrellas
Características Especiales	No requiere acceso a internet durante su uso

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2 Diario de obra online

Diario de obra online es una aplicación la cual va enfocada a lo que se hace a diario en obra, no consta de ítems referentes al presupuesto ni la calidad, esta aplicación básicamente a medida que se le van añadiendo reportes, esta generará un informe automático al finalizar la jornada, controlada por los entes supervisores, ya que a medida que se le van añadiendo datos, la base de datos de la aplicación se va actualizando simultáneamente, una particularidad de este aplicativo es la capacidad que tiene de adjuntar información, es decir, esta permite añadir datos de condiciones climáticas, personal de obra en servicio, equipos o maquinaria utilizados, actividades a realizar junto su progreso en porcentaje hasta la fecha, ocurrencias y tiene la virtud de poder añadir fotos de la obra, el supervisor es el único que puede acceder a dicha información.

Dicha aplicación respecto al tema logístico lo sabe llevar de una manera organizada, concisa y coherente, posteriormente, se ilustra la interfaz de la aplicación plasmada, donde se creó un ejemplo de obra, para verificar así el funcionamiento de esta. Inicialmente se planteó la situación tal como el nombre de la obra, responsable a cargo, entre otros datos mostrados a continuación. Después de haber cargado y subido los datos correspondientes, la aplicación brinda una eficaz opción de añadir reportes, que consiste en donde el responsable de la obra reporta lo sucedido en el transcurso del día, el supervisor es sometido a rellenar un formulario brindado por la misma aplicación donde tiene que llenar y suministrar todos los datos requeridos para así hacer el proceso más didáctico, tal como se ilustra a continuación.

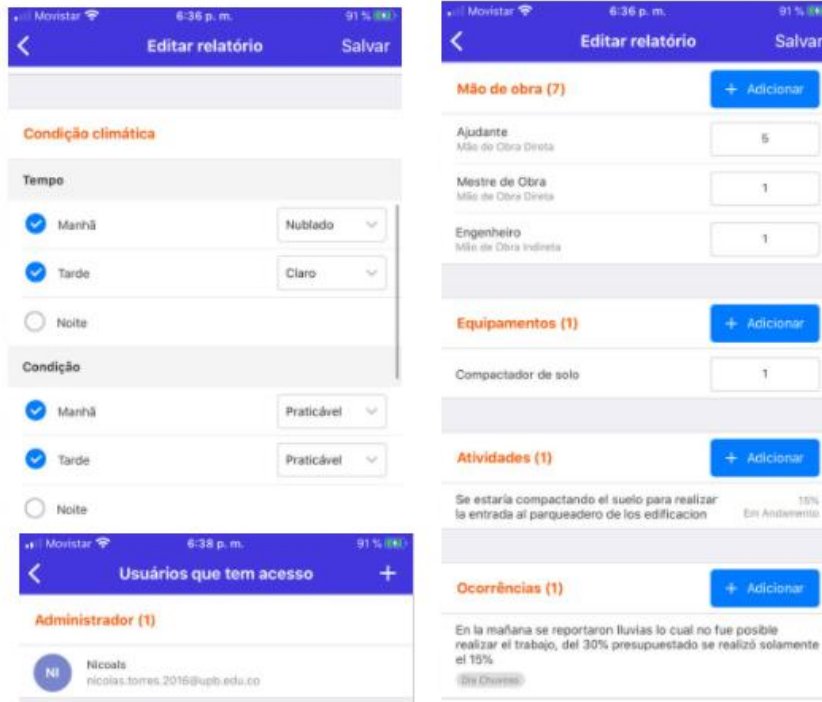
Figura 23. Interfaz de inicio de Diario de obra online

The screenshot shows a mobile application interface for adding a new work item. The header is blue with a back arrow, the text 'Adicionar obra', and a 'Salvar' button. The status bar at the top shows 'Sin servicio', '6:26 p. m.', and '87 %'. The form fields are as follows:

Nome	Edificio Aranjuez
Responsável	Ing. Nicolas Torres
Contratante	UPBE
Data início	04/10/2020
Previsão de término	04/10/2021
Endereço	Carrera 30#44-86
Número do contrato	123456
Status	Em Andamento

Fuente: Diario de obra online, Interfaz de adicionar obra. 2021

Figura 24. Ejemplos realizados en el aplicativo Diário de Obra Online



Fuente: Diário de obra online, Interfaz de creación de informe. 2021

Al suministrar la información requerida, esta queda retenido en la APP, por lo cual la aplicación tiene la capacidad de generar un informe en tipo PDF, en base al ejemplo anterior se realizó la generación del informe ilustrados en Figura 25.

Figura 25. Informe PDF generado por Diário De Obra Online.

UPB				Relatório n°	1
				Contrato	123456
				Prazo Contratual	366 dias
Relatório Diário de Obra (RDO)				Prazo Decorrido	1 dias
Obra	Edifício Aranjuez			Prazo a Vencer	365 dias
Local	Carrera 30#44-86			Data do Relatório	04/10/2020
Contratante	UPBB	Responsável	Ing. Nicolas Torres		
Contratante	UPBB	Responsável	Ing. Nicolas Torres	Data da Semana	Domingo
Condição climática		Tempo	Condição		
Manhã		☁ Nublado	Praticável		
Tarde		☀ Claro	Praticável		
Mão de Obra (7)					
Ajudante	5	Mestre de Obra	1		Mão de Obra Direta (6)
Engenheiro	1				Mão de Obra Indireta (1)
Equipamentos (1)					
Compactador de solo	1				
Atividades / Tarefas (1)					
Se estaria compactando el suelo para realizar la entrada al parqueadero de los edificacion					15% - Em Andamento
Ocorrências / Observações (1)					
En la mañana se reportaron lluvias lo cual no fue posible realizar el trabajo, del 30% presupuestado se realizó solamente el 15%					
Dia Chuvoso					
Comentários (0)					

Fuente: Diário de obra online. Interfaz de Informe PDF. 2021

Con base en el estudio previo del aplicativo, se detectó un gran abarque en el tema logístico, es decir la aplicación permite inicialmente ver la vista general de la obra, tal como se llevaría si esta concurriera de manera normal.

Dentro de las observaciones a dicha aplicación, tal como se evidencia es el conflicto de idioma, la cual se encuentra en portugués, pero a pesar de esto, es fácil de entender, y el idioma no es muy lejano al español.

Tabla 5. Tabla de aspectos generales del aplicativo Diario de Obra Online

DIARIO DE OBRA ONLINE	
Desarrollador	Tiago Oliveira
Tamaño	21,8 MB
Categoría	Productividad (enfocado al ámbito de la construcción)
Compatibilidad	IOS y Android
Calificación General	3 estrellas
Características Especiales	No requiere acceso a internet durante su uso
Observaciones	Conflicto de idioma (portugués y ingles)

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3 Bauskript libro de obra

La aplicación móvil Bauskript es un software pago aplicado a todas las plataformas digitales (Windows, macos, Google Play y app store) en modalidad paga o gratuita, en el cual se registra diariamente el avance que se produce en una obra, en la cual se puede llevar un registro fotográfico del mismo, junto con un archivo de texto o mensaje de voz, para así de esta manera comunicar a la entidad supervisora los avances o problemas presentados en la obra, esta consta con un menú muy amplio lo cual permite suministrar gran cantidad de información en la misma, y tener en cuenta todos los aspectos. La aplicación en general tiene una manera de uso muy sencilla, como deficiencia se puede concluir que la aplicación es dirigida a un público de ingenieros o técnicos que manejen un lenguaje para hacer los informes de obra ya que ella se encamina al informe de obra, la mayor ventaja que tiene es la facilidad que da de mover los datos del Smartphone a cualquier otro dispositivo, también se evidencio que la aplicación funciona para cualquier actividad de obra se puede hacer el respectivo seguimiento y control de las obras por medio de esta aplicación. Como tiene una alta recopilación de datos sobre aspectos externos se dirá que el trabajo en exterior es bastante bueno como lo es el fundir placas, fundir zapatas, mampostería externa entre otras.

Para empezar a usar esta aplicación móvil se encontrará en el caso de iOS y Android con la siguiente información y que permite acceder de manera fácil y sencilla a la aplicación. Lo interesante de esta aplicación es la gran diversidad de ítems a evaluar, esta aplicación tiene en cuenta muchos aspectos tales el estado de la obra, personal presente, fallas, proceso de obra, apuntes, materiales, planos, documentos, equipos y maquinas. todos estos aspectos hacen llevar a cabo un seguimiento de obra muy optimo, debido a que se tiene en cuenta aspectos los cuales otras aplicaciones móviles no toman en cuenta, con base en los eventos no programados esta aplicación lo tiene en cuenta, lo cual la hace muy útil, debido a que todo no sale siempre tal como se programa, esta permite agregar la tarea adicional, junto con una descripción de la mismo y en caso de ser posible imágenes para brindar mayor facilidad a la hora de generar el informe dirigido hacia la entidad supervisora. Diariamente tras finalizar la sesión de trabajo, el software emite inmediatamente un informe el cual resume lo hecho en el día, y queda vinculado automáticamente en la aplicación, por lo cual la entidad supervisora tendrá un control diario de la obra.[19] Más que una aplicación para obreros es una aplicación que se debe manejar por el residente o director de obra ya que la aplicación exige algunos datos técnicos y lenguaje apropiado para llevar en tiempo real todos los datos, también porque la aplicación pide los datos empresariales del contratista. Los datos que exige el programa son cruciales y dan a entender cuál es el lugar o qué tipo de actividades de obra son las que mejor se pueden llevar en él, aunque la

aplicación está diseñada para cualquier actividad de obra y poderla presentar como informe:

Figura 26. Interfaz del aplicativo Bauskript



Fuente: Bauskript, Interfaz de creación de informe diario. 2021

De todos los datos que se pueden consignar en la aplicación también tiene la facilidad de poder subir fotos para que quede un registro fotográfico minucioso.

Figura 27. Ejemplo de estado de avance Bauskript

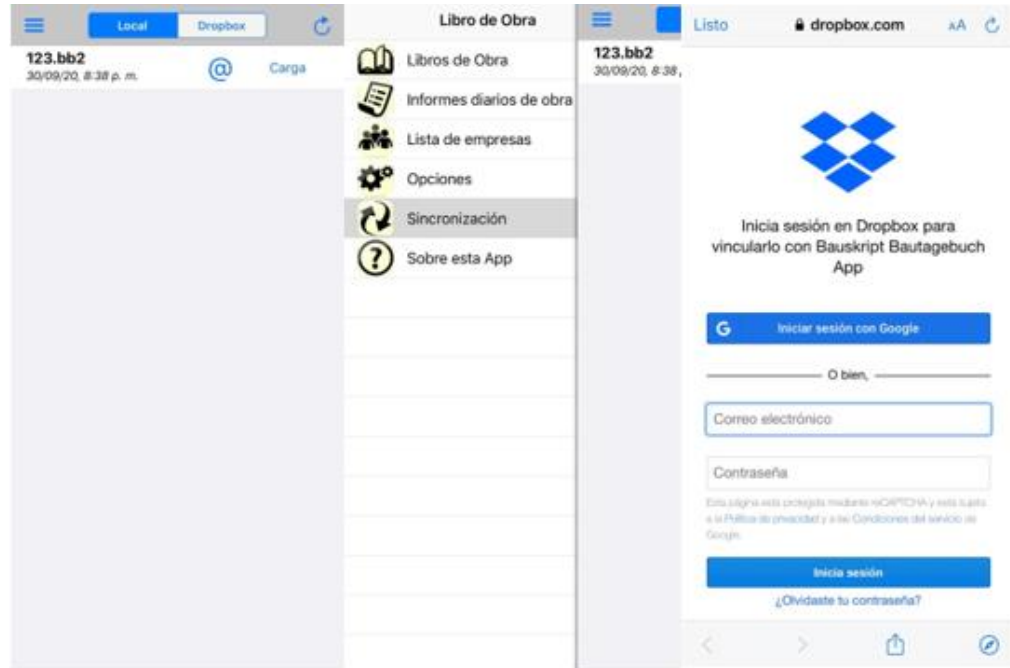


Fuente: Bauskript, Interfaz de generación de estado de avance. 2021

En este caso se tomó foto de un avance final como ejemplo en el cual se pudo describir de manera acertada que sucedió con el avance de la obra y se adiciono su respectiva imagen de lo sucedido.

La ventaja más grande de esta aplicación es que todos los datos se pueden tomar y ser subidos cuando se pueda directamente al Dropbox y poder ser consignados de manera apropiada para el seguimiento y control de la obra.

Figura 28. Vínculo directo entre Bauskript-Dropbox



Fuente: Bauskript-Dropbox, Menú de compatibilidad. 2021

De esta manera se puede subir de manera fácil sincronizando y abriendo el Dropbox para que los informes y libros de obra nuevos queden consignados con toda su información en la nube y después puedan ser pasados de manera fácil a un informe o generación en versión PDF con sus respectivas fotos y comentarios que deban ser adicionados a pedido de la entidad supervisora, de tal manera se busca preservar el orden sin que se genere alguna confusión que altere el proyecto en términos de tiempo, costo o calidad.

Tabla 6. Aspectos generales del aplicativo Bauskript

BAUSKRIPT LIBRO DE OBRA	
Desarrollador	Wolfram Oehms
Tamaño	31.6 MB
Categoría	Negocios (enfocado a las obras de construcción)
Compatibilidad	iOS y Android
Edad	Uso desde los 4+
Calificación general	4.0 estrellas
Características	La aplicación puede ser sincronizada con Dropbox

Fuente: Elaboración Propia

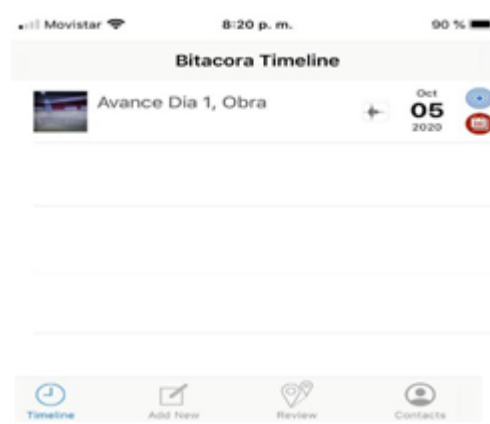
4.3.4 Bitácora-personal Voice Diary

Este aplicativo Permite registrar los momentos de su día a día en el momento que pasan y son registrados en la misma, en este caso durante la elaboración de una obra civil. mediante una foto, nota, grabación de voz. Esta aplicación nace de la necesidad de un diario y la facilidad de llenar una bitácora sin necesidad de registrar datos de manera escrita, ahora simplemente con hablarle y grabar, ya que implementando esta medida se ahorrará mucho tiempo en la ejecución. Dentro de las ventajas que consta dicha aplicación se pudo determinar lo siguiente:

- Consta de fácil acceso y organización a la información ya que se puede separar por etiquetas y poner locaciones o las características especiales del momento que se necesita guardar.
- Tiene reconocimiento de voz y hace grabación de esta para tener un seguimiento más concreto y claro acerca de lo que se desea registrar.
- Una de las ventajas más grandes de la aplicación móvil es que dichas actividades se pueden compartir de manera sencilla con cualquier persona en cualquier momento.[20]

El interfaz de la aplicación es breve, tan así que solo se puede llevar a cabo un proyecto, esto se debe a que en el menú solo se registran los avances realizados, no se especifica el tipo de control que se realiza, información del proyecto y demás.

Figura 29. Interfaz de inicio Bitacora-Voice Diary



Fuente: Bitácora Voice-Diary, Menú de creación de nota. 2021

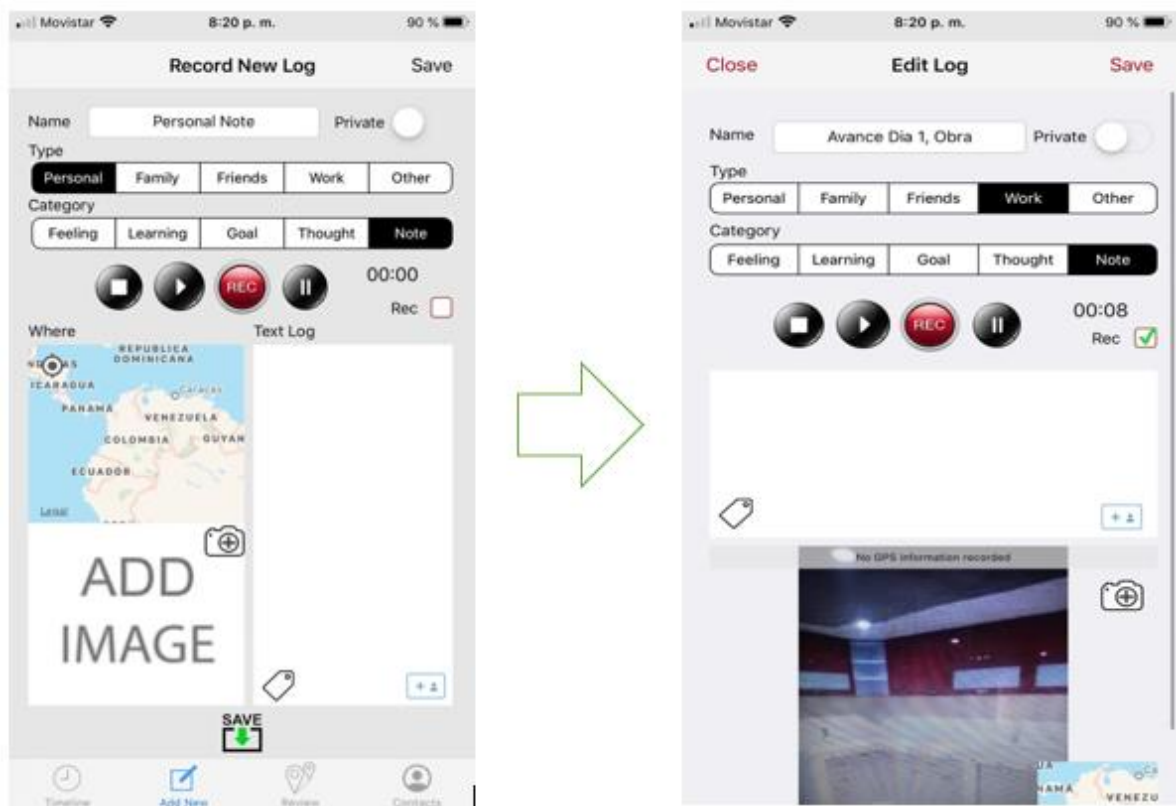
Tal como se observa en la Imagen previa, se presenta el menú principal de la aplicación, como se evidencia no tiene gran variedad de opciones, para agregar un avance se selecciona la opción “Add New” y automáticamente este lo llevara al

menú donde se registra el nombre del avance, tipo de avance,, categoría, brinda la opción de subir fotos o videos y finalmente el registro auditivo del avance, tal como se muestra en la siguiente figura.

Se tomo como ejemplo un avance realizado a la remodelación de una cocina. Dentro del avance se registró el enchapado de la cocina del primer piso de la casa, junto con el ajuste de los muebles de esta, tales como la lacena, estufa, nevera y demás.

A continuación, se presenta el menú principal junto con los datos previamente mencionados tomados como ejemplo, de esta manera la aplicación va registrando y llevando a cabo el seguimiento de la obra y el resultado queda como la Figura previamente mostrada.

Figura 30. Interfaz aplicativo Bitácora Voice-Diary



Fuente: Bitácora Voice-Diary, Menú de creación de nuevo registro. 2021

Tabla 7. Aspectos generales del aplicativo Bitácora Voice Diary

BITACORA PERSONAL VOICE-DIARY	
Desarrollador	Luis Carvajal Hoyos
Tamaño	30.4 MB
Categoría	Negocios (enfocado a las obras de construcción)
Compatibilidad	iOS y Android
Edad	Uso desde los 4+
Calificación general	3.0 estrellas
Características distintas	Se incorpora la función de registrar el avance por medio de voz.

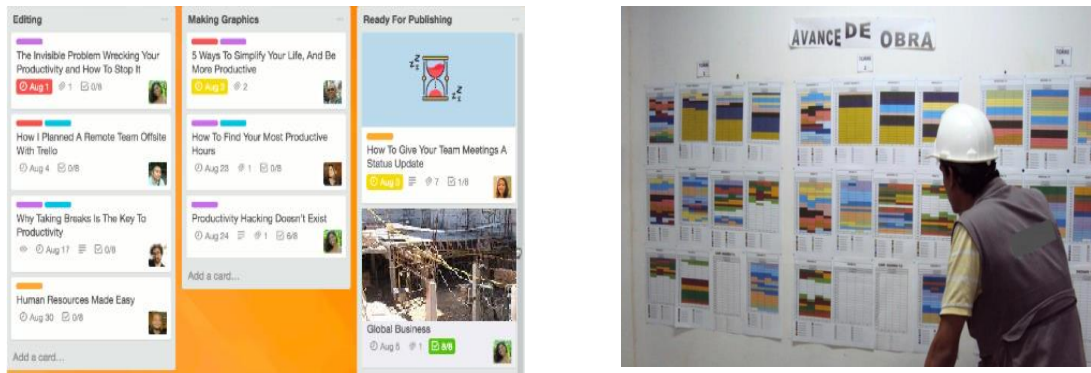
Fuente: Elaboración Propia

4.3.5 Trello

Trello es un software disponible tanto para IOS como para Android, actual como un programa lo cual ayuda a la optimización de administración de proyectos, consiste básicamente en un conjunto de listas las cuales cada una de estas esta descrita una actividad a realizar junto con su autoridad a cargo. cada una de estas listas tienen la capacidad de adjuntar archivos, realizar comentarios tales describan el proceso que se está llevando a cabo y consta de un tablero el cual puede llegar a explicar didácticamente algún evento externo que se pueda llegar a presentar en el evento.

Trello es una aplicación que busca pasar de lo antiguo y convencional hasta algo más desarrollado y eficiente. tal como se muestra en la siguiente ilustración.

Figura 31. Tablero Trello vs Tablero convencional



Fuente: Trello. Elaboración Propia.

Tal como se maneja convencional en obra, Trello cumple la misma labor, pero virtualmente y con mejor logística a cabo, esta aplicación permite notificar a los usuarios fechas de vencimiento de los plazos otorgados desde la gerencia, por lo cual estos estarán enterados durante todo el transcurso del día de las actividades a realizar, esta app también permite emitir mensajes hacia la gerencia, donde los trabajadores pueden dar opiniones, quejas, y demás mediante este medio.[21]

Uno de los atractivos más importantes de Trello es que funciona algo parecido a una red social en la cual las personas que utilicen la aplicación móvil podrán generar tableros de manera fácil y sencilla creando estos tableros como tareas secundarias para una meta en general.

Lo sencillo que es el uso de la aplicación es muy importante ya que solo se conecta con cualquier correo y se crea la cuenta, después de eso puede empezar a crear

tableros para hacer sus tareas, las cuales se dividen de tareas en proceso o tareas ya hechas:

Figura 32. Pantalla de inicio del aplicativo Trello.



Fuente: Trello, Menú principal para la creación de tableros. 2021

El uso de Trello es muy sencillo ya que se puede crear un tablero y partiendo de él se pueden poner fechas con archivos y cualquier información que te será notificada en su momento o al momento que lo programes, uno de sus importantes usos gracias a su facilidad de notificar información es el uso de almacén ya que avisa en tiempo real sobre un material indicado, su gran diferenciador es que permite compartir como en una red social así que la información será transmitida con gran facilidad.

Esta APP (aplicación móvil) su uso es aceptable ya que sirve para la gestión de las actividades desde la más pequeña a la actividad más compleja, además que su uso es muy fácil e intuitivo, también lo útil que es para visualizar estrategias, tácticas y de tareas, ya que se pueden poner todas las tareas en un solo tablero. Lo más importante es la gestión en esta aplicación.

Tabla 8. Tabla aspectos generales del aplicativo Trello

TRELLO	
desarrollador	Trello, Inc
tamaño	96 MB
categoría	negocios
compatibilidad	IOS Y ANDROID
edad	4+
calificación general	4.8
características distintas	gestión de acciones simples hasta la más compleja, facilidad de compartir información.

Fuente: Elaboración Propia

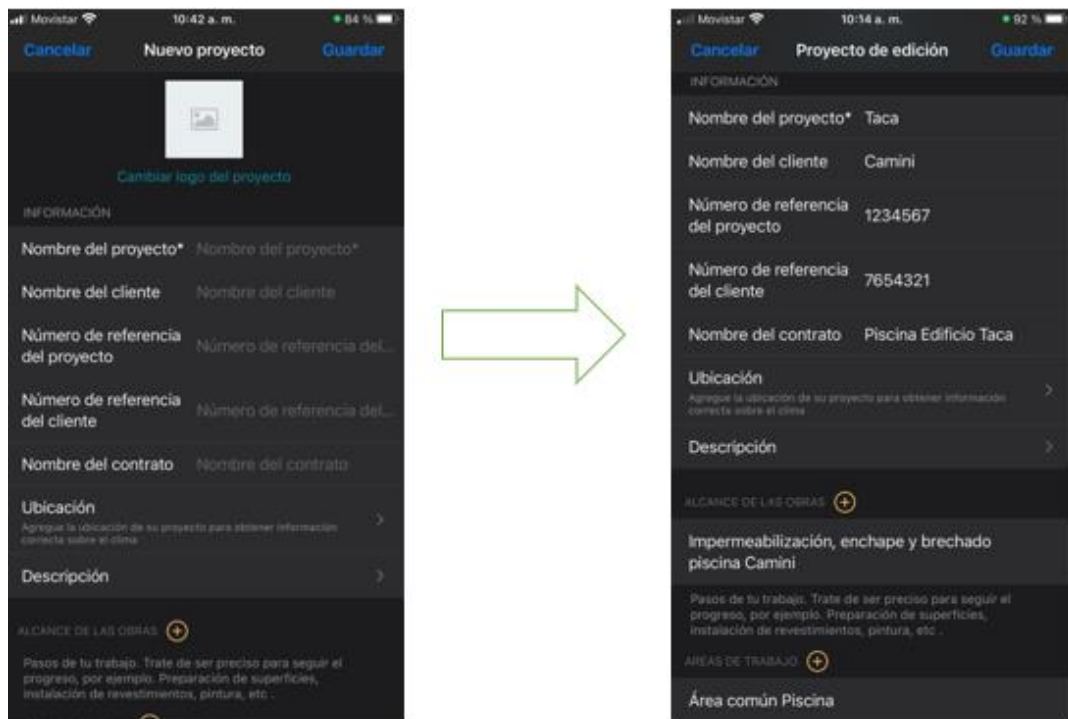
4.3.6 iNeoSyte

iNeoSyte es una aplicación dedicada a la generación de informes diarios respecto a los sucesos que se presenten en una obra, por lo general se aplica para obras pequeño-medianas, esto se debe a que la información suministrada y como tal el software no soportaría ni podría llevar a cabo un proyecto de alta magnitud, por tal razón es un aplicativo recomendado y aplicado para empresas dedicadas a trabajos “livianos”.

Dicha aplicación tiene la capacidad de crear notas a tiempo real de todos los sucesos que se presentan en obra, de la misma manera esta esta sincronizada con la entidad supervisora para estar al tanto de los hechos, además permite la incorporación de datos tales como los factores climáticos actualizados a tiempo real debida a que esta sincronizada con la nube de Google. Dentro del interfaz de la aplicación, consta de un menú el cual se registran datos tales como Tipo de reporte, fecha, autor, clima (presentado previamente), personal, observaciones, trabajo en proceso y lista de defectos.

A continuación, se presenta el interfaz de la aplicación, seguido del ejemplo realizado referente a la impermeabilización, enchape y brechado de una piscina.

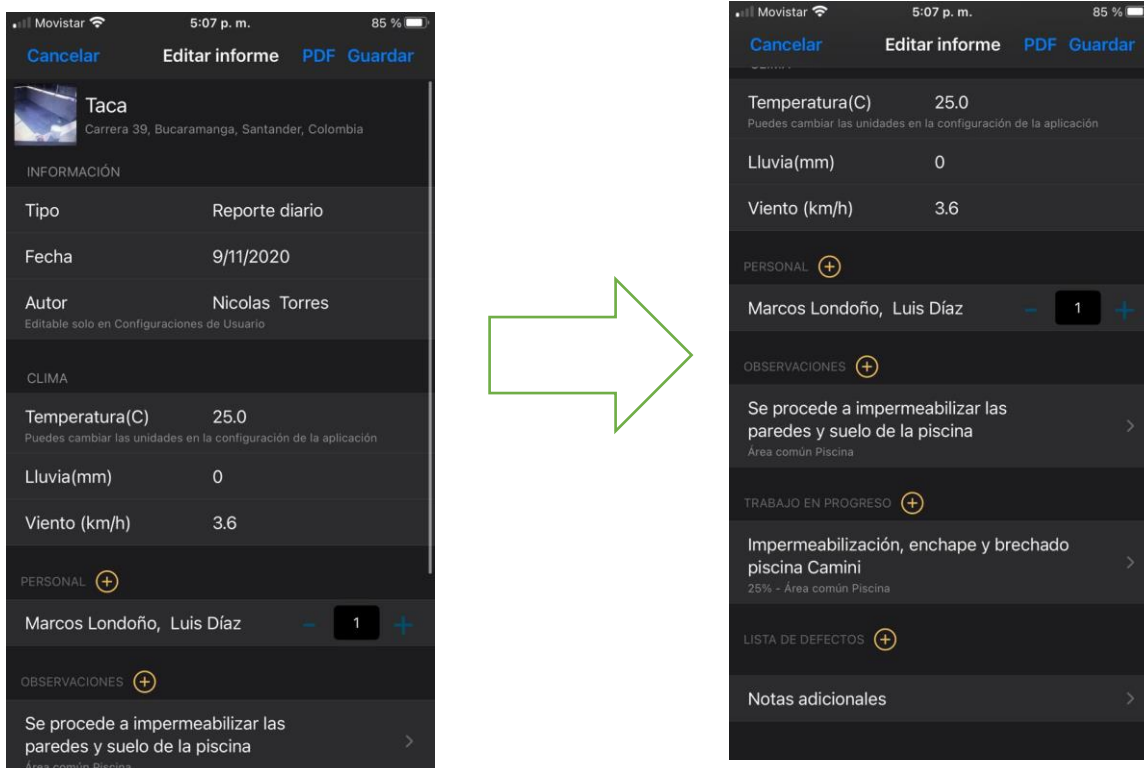
Figura 33. Ejemplo de control aplicativo iNeosytle



Fuente: iNeoSyte. Menú de creación de proyectos y toma de datos. 2021

El reporte diario representa y actualiza a tiempo real la supervisión por parte de la entidad contratante, registrando datos de toda índole, principalmente problemas o eventualidades que se presenten. Dichos datos se incorporan en la aplicación se la siguiente manera:

Figura 34. Ejemplo Control aplicativo iNeosyte



Fuente: iNeoSyte. Menú de creación de informe. 2021

Tabla 9. Tabla aspectos generales del aplicativo iNeoSyte

iNeoSyte	
Desarrollador	Mediatok industrial services
Tamaño	35.4 MB
Categoría	Productividad
Compatibilidad	IOS
Edad	4+
Calificación general	4.4
Características distintas	Breve incorporación de datos actualizados a tiempo real según los reportes diarios vinculados a la nube.

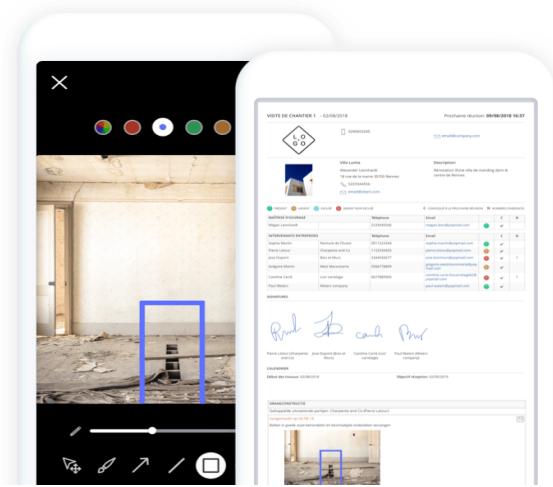
Fuente: Elaboración Propia

4.3.7 Archireport

Archireport es un aplicativo móvil con gran diversidad y breve manejo que le permite hacer el seguimiento de sus obras de manera simple e intuitiva, tanto en la oficina como en la obra. Teniendo la capacidad de realizar el registro de anomalías, observaciones, informes, participantes, documentos, etc. Siendo esto todo lo necesario lo cual se busca al supervisar una obra en términos de tiempo y calidad.

La idea es no usar planos impresos, los blocs de notas y el registro de datos en Word o Excel. Simplificando las tareas y acciones clave del seguimiento de obras para impulsar los negocios. La aplicación móvil Archireport: es un software pago aplicado a todas las plataformas digitales (Windows, macos, Google Play y App store) en modalidad paga o gratuita.

Figura 35. Perspectiva del aplicativo Archireport

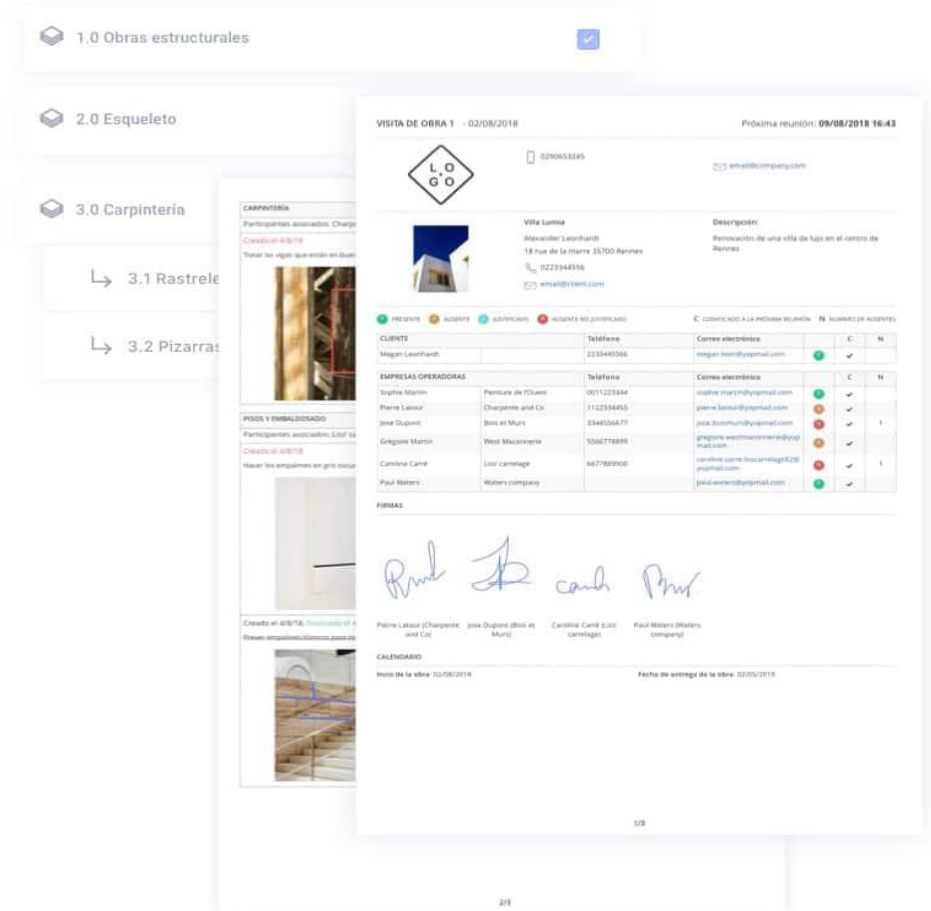


Fuente: Archireport. Interfaz de uso del aplicativo. 2021

Haga observaciones, comentarios o registrar las anomalías en pocos segundos con su teléfono móvil o Tablet, desde la obra. Agregue imágenes, dibujos, listas de tareas y asegure la calidad y el cumplimiento de sus informes.

- Localización sobre el plano: Posicione las observaciones sobre sus planos gracias al uso de marcadores
- Ilustre sus observaciones gracias al uso de fotos y croquis, para una mayor precisión
- Clasifique sus observaciones atribuyéndolas a los diferentes participantes, servicios o subservicios.

Figura 36. Ejemplo de informe de control con Archireport



Fuente: Archireport. Creación de informes. 2021

Este aplicativo permite la creación de informes en formato PDF en su dispositivo móvil justo después de terminar la supervisión diaria. Los informes integran las observaciones, participantes, planos, etc. Así la entidad supervisora estará actualizada.

Tabla 10. Tabla aspectos generales del aplicativo Archireport

ARCHIREPORT	
Desarrollador	ArchiReport SAS
Tamaño	73.5 MB
Categoría	productividad
Compatibilidad	iOS y Android
Edad	4+
Calificación general	No disponible

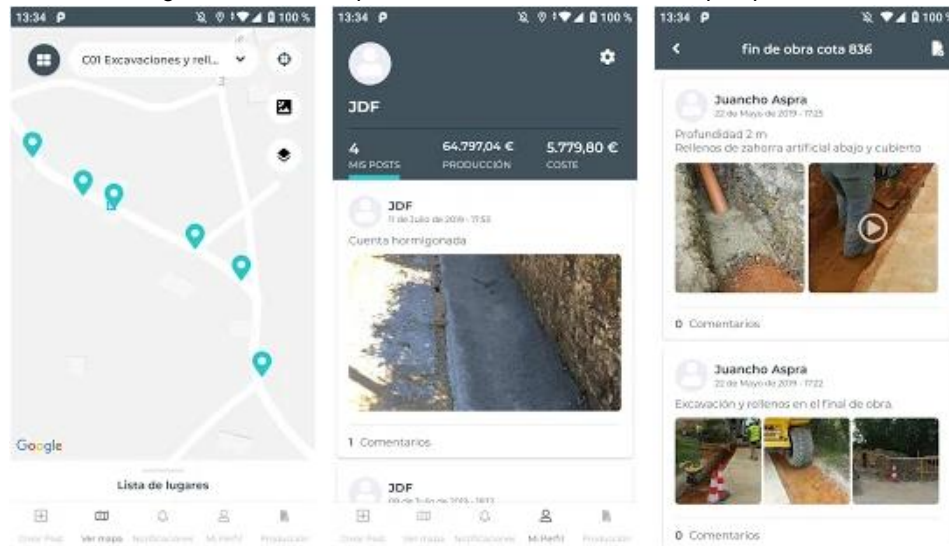
Fuente: Elaboración Propia

4.3.8 VenVe

Es una aplicación que permite el trabajo en equipo, como ventaja que permite conocer el estado de los proyectos en tiempo real y gestionar la información que se adquiere en las obras, para que cualquier parte importante en ella pueda acceder a toda la información. Las ventajas principales es que la aplicación permite compartir entre las personas de un mismo equipo, pero eso mismo hace que para poder entrar en la aplicación sea difícil y no se pueda ingresar ya que toca pagar y armar el equipo. Se puede utilizar en cualquier actividad de obra, pero al ser tan competitivo el mercado de Apps y de manera gratuita no se recomienda en uso de esta.

Lo más curioso de la aplicación es que manejar la aplicación es tan fácil como mandar un mensaje, WhatsApp, un correo electrónico o subir fotos en Facebook. Y cualquier integrante del equipo de trabajo podrá usarla y por su fácil uso en poco tiempo podrá empezarla a manejar.

Figura 37. Interfaz aplicativo Venve desde todas sus perspectivas.



Fuente: VenVe. menú principal ligado a un ejemplo visual. 2021

Lo bueno de la aplicación es que ella permite controlar todo en equipo, pero con la gran deficiencia de que solo se puede usar la aplicación si es incluido en un equipo y la creación de equipos es mediante el pago. Las ventajas que brinda el aplicativo son las siguientes:

- Información en tiempo real: Queda evidencia en cada momento de lo que sucede en el proyecto, lo que permite reaccionar lo más rápido posible ante imprevistos.

- Control de producción: Se sabrán las unidades de obra ejecutadas cada día y el volumen de producción.
- Control de costos: Se conocerá el coste diario de las unidades de obra ejecutadas.
- Mejora de la productividad: Al centralizar la información en un solo lugar se evita la pérdida de tiempo en la búsqueda de datos en diferentes herramientas por lo cual es más breve a la hora de buscar dichos datos.
- Estandarización de la información: Todos los datos que se generan en cada proyecto se almacenan siempre igual, facilitando su consulta a cualquier momento el cual sea deseado.
- Geolocalización de los proyectos: Queda registro de cada incidencia o cada avance, en el lugar y el momento en el que se hayan producido.

Tabla 11. Tabla aspectos generales del aplicativo VenVe

VenVe	
Desarrollador	Apps to Enjoy S. L
Tamaño	25.1 MB
Categoría	Productividad
Compatibilidad	IOS y Android
Edad	4+
Calificación general	No disponible
Características Especiales	Permite Conocer el estado de tus proyectos en tiempo real y organizar en equipos.

Fuente: Elaboración Propia

En base a la evaluación realizada a cada uno de los aplicativos seleccionados, se buscó una manera de comparar cada una de las aplicaciones con el fin de ir seleccionando tentativamente las mejores APPS disponibles en el mercado en función de sus características básicas generales, siendo estas de gran importancia debido al uso y capacidad que cada aplicativo puede llegar a aportar al usuario.

Tabla 12. Análisis general de las aplicaciones seleccionadas.

Aplicativo	Desarrollador	Tamaño	Categoría	Compatibilidad	Calificación
iNeoSyte	Mediatok	35.4 MB	Productividad	IOS	4.4
KizeoForms	Kizeo	21,7 MB	Negocios	IOS y Android	3,5
Diario de Obra	Tiago Oliveira	21,8 MB	Productividad	IOS y Android	3,0
Bauskript	Wolfram Oehms	31.6 MB	Negocios	IOS y Android	4.0
Bitacora Voice	Luis Hoyos	30.4 MB	Negocios	IOS y Android	3.0
Trello	Trello, Inc	96 MB	Negocios	IOS y Android	4.8
Archireport	ArchiReport	73.5 MB	Productividad	IOS y Android	5,0
VenVe	Apps to Enjoy	25,1 MB	Productividad	IOS y Android	N/A

Fuente: Elaboración Propia

En términos generales, recopilando toda la información anterior en la tienda de aplicaciones en base a cada aplicativo móvil, se puede hacer un reconocimiento superficial de cada una de estas, partiendo inicialmente de la empresa desarrolladora, la cual puede servir para dar un indicio de cómo será la aplicación y su experiencia de uso, al ser una empresa dedicada a la creación únicamente de este tipo de software genera confianza al consumidor a la hora de adquirirla y usarla. El tamaño es un aspecto importante, esto se debe a que este ítem depende de cada uno de los celulares tipo “smartphone” que se tenga en obra, cada trabajador deberá tener este smartphone con la capacidad requerida para dar uso al aplicativo, de lo contrario no se podría trabajar y sería ineficaz el uso del aplicativo.

La categoría de cada aplicativo va ligada a la función que cada una de estas cumple dentro del entorno deseado. finalmente se tiene la compatibilidad de cada aplicativo con el software de cada smartphone, esto se debe a la gran variedad de marcas existentes de celulares donde puede llegar a variar el sistema operativo de cada uno, por dicha razón se busca un aplicativo compatible con todos los celulares del personal de obra vigente.

La satisfacción del consumidor de la aplicación se ve reflejada en las calificaciones suministradas en la tienda de aplicaciones (App Store y Play Store), donde se puede expresar su experiencia de uso de la cada uno de estos aplicativos donde un resultado de carácter numérico (1-5) refleja como fue el poder trabajar dicho aplicativo.

4.4 ANALISIS DE LOS APLICATIVOS

El conjunto de aplicaciones móviles o softwares, cuando llegan a su fase de lanzamiento en el mercado los desarrolladores de dichas aplicaciones buscan generar un gran impacto siendo este la afectación y en el mejor de los casos un uso masivo, según los ingenieros de sistemas hay unas características que son las principales para generar el impacto que busca cada desarrollador, que ha fin de cuentas todas señalen a una muy buena calidad de aplicación.

En la actualidad los desarrolladores de software buscan una de manera de medir eficientemente la calidad en las aplicaciones mediante algunas pruebas, para realizar dichas pruebas se necesita saber que se va a medir y como. La usabilidad es un término que se usa en general para saber la manera en que va a ser usado un dispositivo, software, herramienta, etc. Usabilidad es la sencillez con la que puede usar y permite realizar las tareas en una aplicación. La usabilidad se ve expresada y expuesta en la norma ISO 9241-1, (en esta norma se describe el grado con el que un producto, aplicación, software), puede llegar a ser usado por sus usuarios o consumidores con el fin de obtener los logros buscados mediante la aplicación de manera efectiva, eficiente y con agrado en el consumidor.

Tabla 13. Tabla de compatibilidad de las métricas con las fuentes de los aplicativos

Atributos	Aplicaciones de escritorio	Sitios web	Aplicaciones móviles
Efectividad	x	x	x
Eficiencia	x	x	x
Satisfacción	x	x	x
Facilidad de aprendizaje	x	x	x
Memorabilidad	x	x	x
Errores	x	x	x
Contenido		x	x
Accesibilidad		x	x
Seguridad		x	x
Usabilidad			x
Portabilidad			x

Fuente: Adaptación. Enríquez, Juan Gabriel. Casas, Sandra Isabel. Usabilidad en APPS [Pag 30]

Tabla 14. Tabla Referente a los atributos y métricas asociadas para llevar a cabo la evaluación de un aplicativo

Atributos	Métricas
Efectividad	<ol style="list-style-type: none"> 1) Tareas resueltas en un tiempo limitado. 2) Porcentaje de tareas realizadas en el primer intento 3) Numero de funciones aprendidas
Eficiencia	<ol style="list-style-type: none"> 1) Tiempo empleado para completar una tarea. 2) Numero de teclas presionadas por tarea. 3) Tiempo transcurrido en cada pantalla. 4) Eficiencia relativa en comparación con un usuario experto. 5) Tiempo productivo
Satisfacción	<ol style="list-style-type: none"> 1) Nivel de dificultad 2) Agrada y no agrada 3) Preferencias
Facilidad de aprendizaje	<ol style="list-style-type: none"> 1) Tiempo usado para terminar una tarea la primera vez 2) Cantidad de entrenamiento. 3) Curva de aprendizaje
Memorabilidad	<ol style="list-style-type: none"> 1) Numero de pasos, clics o paginas usadas para terminar una tarea después de no usar la aplicación por un periodo de tiempo
Errores	<ol style="list-style-type: none"> 1) Numero de errores
Contenido	<ol style="list-style-type: none"> 1) Cantidad de palabras por pagina 2) Cantidad total de imágenes 3) Numero de paginas
Accesibilidad	<ol style="list-style-type: none"> 4) Tamaño de la letra ajustable 5) Cantidad de imágenes con texto alternativo
Seguridad	<ol style="list-style-type: none"> 1) Control de usuario 2) Número de incidentes detectados 3) Cantidad de reglas de seguridad
Portabilidad	<ol style="list-style-type: none"> 1) Grado con que se desacople el software del hardware 2) Nivel de configuración

Fuente: Enríquez, Juan Gabriel. Casas, Sandra Isabel. Usabilidad en APPS [Pag 30]

En base al análisis detallado realizado a cada una de las aplicaciones mencionadas previamente, se realizó una comparación entre estas, para así hacer un filtro, el cual se seleccionarán las tres aplicaciones con el más alto puntaje para así implementarlas en el siguiente paso de este proyecto. A continuación, se mostrarán los ítems los cuales se les fue evaluados a las aplicaciones junto con su debida explicación e intervalos de sus respectivos puntajes.

De todo lo dicho previamente, se puede notar que en la norma ISO 9241-1 hay ciertas propiedades que son lo importante:

Efectividad: Es la relación en que la aplicación sea completa y precisa con la que los consumidores de la aplicación puedan alcanzar sus metas, si la aplicación tiene calidad en sus soluciones y sus problemas en el uso son escasos, ubican buena efectividad. De 1 a 5 según la cantidad de tareas en un tiempo limitado, siendo así 1 si se demora en el aprendizaje de una sola tarea, siendo 3 si consiste en el aprendizaje de 2 tareas y siendo 5 un valor mayor al previamente mencionado.

Eficiencia: La conexión entre la efectividad y el trabajo realizado incluyendo principalmente los tiempos de trabajo en la aplicación, con la menor cantidad de recursos y dificultad. Siendo 1 una calificación para aquellas tareas las cuales no cumplan con el cronograma estipulado y este subiría progresivamente a medida que estas se cumplan a tiempo y acorde con lo inicialmente pactada.

Satisfacción: Es el punto en cual el consumidor final está satisfecho, con agrado al momento de haber usado la aplicación, ya que pudo obtener las metas planteadas, la satisfacción es un término no del todo objetivo ya que depende mucho de cada consumidor. Dentro de este ítem se califica de 1 a 5 en base a las calificaciones dadas por los consumidores en base a reseñas realizadas en la tienda de aplicaciones.

Portabilidad: Hace referencia a las plataformas en la cual puede ser utilizada la aplicación, si posee plataformas tales como Android, IOS y Windows su calificación será de 5, si solo posee dos de las mencionadas previamente tendrá una calificación de 4, y si solo se rige por una de las tres tendrá una calificación de 3. Plataformas en la cual puede ser utilizada la aplicación.

Usabilidad: Es un puntaje muy parecido a la calificación personal del aplicativo, se da gracias a que la aplicación funcione en su totalidad, y no tengan fallas que permitan perder información y que además su aprendizaje de esta sea sencillo. Por lo cual se escoge un puntaje a selección del portador basado en estadísticas.

La usabilidad siempre puede tener diferentes puntos de vista, haciendo esto que exista una gran cantidad de métodos que pueden llegar a definir las cualidades

métricas entorno a la usabilidad, un caso asociado a esto es el de Jakob Nielsen, en este caso mostrando los atributos en la usabilidad según el: facilidad de aprendizaje, eficiencia, memorabilidad, errores y satisfacción, este autor dice y afirma de manera importante que los atributos de la usabilidad cambian totalmente en función de la aplicación y el consumidor final, estos son algunos atributos utilizados para medir la usabilidad de una aplicación móvil:

Facilidad de aprendizaje: Es el grado de dificultad con el que los consumidores de la aplicación móvil pueden llegar a alcanzar sus metas al primer uso de la aplicación. Esta se mide en base a la dificultad del aplicativo, si es fácil de usar, didáctica, entre otras, por lo cual se basa en una calificación de 1 a 5 para medir dicha métrica.

Memorabilidad: Es el grado de dificultad con el que el consumidor puede llegar a aprender a utilizar las aplicaciones, alcanzando así los objetivos específicos que el consumidor quiera lograr, se refiere al periodo de pausa de los trabajos, así dando calificaciones en base a los comentarios generados por los usuarios que hayan usado la APP.

Errores: En este caso serían los errores que comete el consumidor final al utilizar la aplicación, siendo esto que el aplicativo usado afecta de la menor manera al usuario a la hora de utilizarla y si hay un error a la hora de utilizar la aplicación, pueda existir una solución. Según la cantidad de errores que sean visibles a la hora de profundizar y explorar la aplicación ya que pueden afectar el resultado final. Este resultado se obtiene a partir de las experiencias suministradas de los comentarios del aplicativo en la tienda de aplicaciones.

Contenido: Son las cualidades relacionadas al modo en que la aplicación comparte el contenido de ella, dando dicha información al usuario. Si solo precisa el uso de correo electrónico por medio de la aplicación, Dropbox y medios externos esta tendrá una calificación de 5, si posee dos de estos tendrá una calificación de 4, si solo posee un medio de compartir información tendrá un puntaje de 3 y las que no tengan ningún medio de compartir tendrán una calificación de 1.

Accesibilidad: Son las ayudas que posee la aplicación en el caso en que algún consumidor posea dificultades motoras, visuales, auditivas, o de otra índole, haciendo que pueda utilizar la aplicación. Se refiere a las ayudas disponibles con las que conste el aplicativo, es decir tamaño de letra ajustable, tamaño y definición de imagen alternativo, entre otros.

Seguridad: Son los niveles de protección de datos y control de estos alcanzando un buen nivel de cuidado de los datos, siendo así seguro hacer uso del aplicativo, sin preocupación alguna ante la presencia de cualquier agente externo que pueda

afectar el proceso. Siendo 5 la calificación a aquella APP con cierto nivel de protección y 3 en caso de que se pueda vulnerar o exponer datos al público.

Para la evaluación de las aplicaciones se procedió a realizar un sondeo en base a los atributos mencionados previamente donde los encuestados deciden la importancia de cada una de estas con el fin de crear un promedio ponderado con cada aplicativo y no tener valores iguales a cada atributo ya que no sería óptimo realizar el proceso de dicha manera.

Se realizó un sondeo a un grupo de 20 personas, donde cada una de estas organizo de menor mayor en términos de interés cada atributo con el fin de determinar la importancia de cada una de estas a la hora de usarlas. En base al sondeo realizado, se realizó un formulario en Google Forms, donde el encuestado suministraba datos tales como el correo electrónico y el nombre, posteriormente se encontraba un diagrama de filas enumerado de 1 a 11 (cantidad de atributos), donde a cada uno de estos se seleccionó un número con el fin de determinar su importancia a criterio del encuestado.

Figura 38. Prototipo de encuesta realizada.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Efectividad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eficiencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Satisfacción	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Portabilidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Usabilidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Facilidad de aprendizaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Memorabilidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Errores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Accesibilidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Seguridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contenido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: Google Forms. Elaboración Propia

Esto se hizo con el propósito de no dar el mismo valor a cada uno de los atributos disponibles ya que alguno puede ser más importante que otro, lo que se procedió a realizar fue que en base a los resultados obtenidos se le asignó un valor en porcentaje a cada atributo según el grado de importancia obtenido a partir de la encuesta realizada.

Con los resultados recopilados y analizados, se procedió a dar el porcentaje respectivo a cada atributo para poder así realizar la evaluación de aplicativos inicialmente planteada, de lo cual se obtuvo lo siguiente:

A continuación, se muestra como fue el manejo de los resultados, organizando cada atributo según la importancia que el grupo de personas participantes del sondeo le daba expresada en porcentaje, siendo el eje horizontal cada uno de los atributos expresados en números de la siguiente manera: Efectividad (1), Eficiencia (2), Satisfacción (3), Portabilidad (4), Usabilidad (5), Facilidad de aprendizaje (6), Memorabilidad (7), Errores (8), Accesibilidad (9), Seguridad (10) y Contenido (11) y siendo el eje vertical los números de once (11) al uno, siendo el once es grado de mayor importancia y uno (1) el de menos importancia.

Tabla 15. Análisis y estimación de porcentajes para los atributos según el sondeo realizado.

Frecuencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Suma
11	10%	5%	5%	5%	65%	0%	0%	5%	5%	0%	0%	100%
10	5%	20%	5%	10%	5%	25%	5%	10%	5%	5%	5%	100%
9	15%	5%	10%	10%	5%	15%	15%	5%	5%	10%	5%	100%
8	5%	10%	20%	10%	0%	5%	10%	25%	0%	15%	0%	100%
7	0%	0%	20%	10%	0%	15%	10%	10%	25%	0%	10%	100%
6	10%	0%	5%	20%	0%	10%	15%	0%	20%	20%	0%	100%
5	0%	10%	10%	0%	0%	20%	5%	15%	5%	15%	20%	100%
4	0%	15%	10%	20%	5%	0%	5%	10%	0%	5%	30%	100%
3	20%	10%	10%	10%	0%	0%	15%	0%	20%	10%	5%	100%
2	10%	25%	5%	0%	10%	5%	5%	15%	10%	5%	10%	100%
1	25%	0%	0%	5%	10%	5%	15%	5%	5%	15%	15%	100%
Suma	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1100%
Max	25%	25%	20%	20%	65%	25%	15%	25%	25%	20%	30%	295%
Total Ponderado	8%	8%	7%	7%	22%	8%	5%	8%	8%	7%	10%	100%

Fuente: Elaboración Propia

En base a los resultados recopilados en la encuesta realizada se hizo un gráfico representando porcentualmente cada uno de los atributos a evaluar, por lo cual se dio un valor a cada uno de estos para posteriormente implementarlos en la evaluación final de aplicativos y seleccionar las aplicaciones más óptimas obtenidas.

Figura 39. Resultados de la encuesta de atributos de los aplicativos



Fuente: Elaboración Propia

Con los resultados obtenidos, se procede a realizar la evaluación ahora en función de los aplicativos móviles con relación a cada uno de los atributos mencionados previamente, donde se le dan valores numéricos a cada atributo (1-5) con el fin de que al final el valor total sea dicho valor dado multiplicado por el porcentaje obtenido a partir del sondeo y así tener el total ponderado. Dicho valor sale de todas las bibliográficas disponibles acerca de cada dispositivo en junto a la tienda de aplicaciones.

A continuación, se mostrará cómo se realizó todo el proceso de evaluación para cada uno de los aplicativos móviles evaluando las once métricas obtenidas a partir de la norma. Así mismo para cada atributo se le asigno un numero de referencia para la evaluación respectiva, siendo estos: Usabilidad (1), Efectividad (2), Eficiencia (3), Memorabilidad (4), Facilidad de aprendizaje (5), Contenido (6), Seguridad (7), Satisfacción (8), Portabilidad (9), Errores (10) y Accesibilidad (11).

Tabla 16. Evaluación de aplicativos en función de los atributos seleccionados.

Nombre aplicativo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
ArchirePort	5,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0	5,0	5,0	4,0	3,5	3,0	4,30
Kizeo forms	5,0	3,5	4,0	4,5	4,5	5,0	5,0	2,0	5,0	4,0	3,0	4,19
Trello	4,0	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	4,5	4,0	5,0	3,0	4,07
iNeoSyte	5,0	3,7	3,5	3,0	3,0	5,0	5,0	5,0	3,0	3,5	3,0	4,00
Bauskript	4,0	4,5	4,0	3,5	3,0	4,0	5,0	4,3	5,0	4,5	3,0	3,98
Venve	4,0	3,5	3,5	3,0	3,5	4,0	5,0	3,5	3,0	3,0	3,0	3,56
Bitacora-Voice diary	4,5	2,5	3,5	2,0	3,0	4,0	5,0	3,0	3,0	2,0	3,0	3,38
Diario de obra	3,0	2,0	3,0	3,0	4,0	5,0	5,0	3,0	4,0	2,5	3,0	3,31

Fuente: Elaboración Propia

Tal como se evidencia en la Tabla 16, se obtuvieron los siguientes puntajes dentro del top 3 de aplicaciones se encuentran:

- Archireport ocupando el primer lugar liderando la tabla con 4.30 puntos.
- Kizeoforms en el segundo lugar con 4.19 puntos.
- Trello en tercer lugar con un total de 4.07 puntos.

Teniendo seleccionados los aplicativos que se van a utilizar para llevar a cabo la implementación del plan piloto para realizar su prueba respectiva, se procede a realizar un análisis general acerca de lo que se va a realizar durante la implementación de este para así tener la mayor claridad posible del trabajo que va a hacer, por lo cual se hizo un análisis general y detallado tanto del paso a paso que se deberá seguir en obra junto con las variables susceptibles a evaluar.

Inicialmente se debe analizar e identificar la ubicación donde se implementará el plan piloto, de esta manera se preparará cada uno de los aplicativos para adaptarlo a la situación real, esto se hace previamente al inicio del análisis para llevar a cabo un seguimiento y control organizado y óptimo para no perder tiempo a la hora de la implementación, posteriormente se deben identificar las actividades susceptibles a ser evaluadas por dichas aplicaciones ya que no todas cumplen con los requisitos o la capacidad de ser evaluadas, después se agenda diariamente el trabajo hecho en obra en cada uno de los aplicativos con la información requerida inicialmente reportando todo los sucesos realizados o si aplica en su caso se deben reportar alguna eventualidad o error que se presente en la misma, finalmente ya dependiendo del aplicativo esta informes diarios, registros, entre otras.

Adicionalmente se realizó una retroalimentación general de las aplicaciones seleccionadas, se procedió a realizar un análisis en el cual se identifican las variables y actividades susceptibles a mejorar con el uso de estas mismas, por lo cual en base a la caracterización de cada uno de los entes a analizar (Tiempo, Costo y Calidad) se realizaron una serie de tablas destinadas a la caracterización.

1) Archireport

Archireport brinda una interfaz fácil de implementar a lo largo de su uso, es una aplicaciones con menús didácticos para que el consumidor de esta no tenga inconvenientes con su uso, donde se brindará todas las características posibles tales como nombre, ubicación, fechas tentativas tanto de inicio como de final y nombre de la entidad supervisora, a la medida que avanza el proyecto se van creando visitas donde se registra todo lo sucedido en la obra, brindando así datos específicos tales como descripción del servicio que se realizó, observaciones, personal presente y el registro de la fecha para poder así llevar el control del tiempo

en el que se va desarrollando. Finalmente, a medida que transcurre el tiempo y se van registrando visitas en el aplicativo se genera automáticamente a la fecha.

Tabla 17. Variables susceptibles a mejorar en base a Archireport

Archireport	Tiempo	línea base para la medición del desempeño
		línea base de alcance
		Plan de gestión del cronograma
		Línea base del cronograma
	Costo	Plan de gestión de costos
		Datos de desempeño del trabajo
		Solicitudes de cambio
	Calidad	Entregables
		Datos de desempeño del trabajo

Fuente: Elaboración Propia

2) Trello

Trello cumple la función de un tablero digital donde se descompone todas las actividades a realizar en obra, por su parte al igual que en físico, brinda la opción de añadir tarjetas en las cuales se registran todas las actividades a efectuar, donde en cada de estas se apunta todos los detalles de las tareas a realizar en compañía de las fechas destinadas brindando la opción de seleccionar el estado en el que se encuentra la actividad, así mismo permite añadir comentarios acerca de cada una de las tareas que se van haciendo progresivamente.

Tabla 18. Variables susceptibles a mejorar en base a Trello

Trello	Tiempo	línea base del cronograma
	Costo	Línea base de medición
	Calidad	Datos de desempeño del trabajo
		Solicitudes de cambio

Fuente: Elaboración Propia

3) Kizeoforms

Kizeoforms es un aplicativo muy amplio respecto a cualquier entorno que se le vea, esta no solo es un aplicativo destinado a uso en obras de construcción, pero su uso en este entorno es muy efectivo ya que brinda la oportunidad de crear registros diarios de obra, donde se registran toda la información recolectada a lo largo del día en el proyecto, adjuntando de esta manera los sucesos presentados junto con cualquier posible eventualidad que se llegase a presentar, adicionalmente este aplicativo permite añadir características tales como el equipo usado, ordenes especiales en caso de requerirlas y demás, por lo cual al recolectar esta información

diariamente el aplicativo genera automáticamente un informe donde se registra todo lo sucedido en compañía de la firma del ente supervisor del proyecto.

Tabla 19. Variables susceptibles a mejorar en base a Kizeoforms

Kizeoforms	Tiempo	Plan de gestión del cronograma
		línea base para la medición del desempeño
	Costo	línea base para la medición.
	Calidad	Solicitudes de cambio
		Entregables
		Datos de desempeño del trabajo

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo claridad de cada uno de los aplicativos seleccionados el paso a seguir es ya implementarlo en el plan piloto donde se confirmará o no cada uno de los ítems descritos previamente, en base a las actividades descritas a continuación:

Tabla 20. Matriz de actividades a evaluar según el aspecto deseado.

App	Tiempo	Costo	Calidad
Kizeo	plan de gestion de la programacion es informe diario de obra, manteniendo actualizadola programacion inicial. (generando informes de obra)	La línea base de la medición del desempeño compara lo programado con lo ejecutado en terminos de costo. Esto se permite por medio de las observaciones que se pueden realizar en las aplicaciones de cualquier tipo	Solicitudes de cambio, es la actualización de cambios que se deben realizar en medio de las actividades como reparaciones de defectos. Se permite realizar este ítem por medio de los controles fotograficos y escritos.
	línea base para la medición del desempeño permite analizar la variación entre lo programado en la obra y lo ejecutado.(generacion de actas de obra analizando ahí los cambios)		Entregables son los resultados de cada actividad realizada en la obra, permitiendo las inspecciones de obra, esto se permite en la aplicación mediante los comentarios y reseñas sobre las actividades Datos del desempeño del trabajo donde se incluyen los estados de las actividades en el momento de revision asi marcando las observaciones.
Trello	Línea base de la programacion es la que sera comparada a la programacion ejecutada asi realizando los cambios pertinentes. (trello permite reportar errores y cambios inesperados)	La línea base de la medición del desempeño compara lo programado con lo ejecutado en terminos de costo. Esto se permite por medio de las observaciones que se pueden realizar en las aplicaciones de cualquier tipo	Entregables son los resultados de cada actividad realizada en la obra, permitiendo las inspecciones de obra, esto se permite en la aplicación mediante los comentarios y reseñas sobre las actividades
	Línea base del alcance se basa en seguir la edt como se planeo inicialmente. (trello permite realizar reportes o cambios inesperados)		Datos del desempeño del trabajo donde se incluyen los estados de las actividades en el momento de revision asi marcando las observaciones.
Archireport	Plan de gestion de la programacion es informe diario de obra, manteniendo actualizadola programacion inicial. (generando informes de obra)	La línea base de la medición del desempeño compara lo programado con lo ejecutado en terminos de costo. Esto se permite por medio de las observaciones que se pueden realizar en las	Solicitudes de cambio, es la actualización de cambios que se deben realizar en medio de las actividades como reparaciones de defectos. Se permite realizar este ítem por medio de los controles fotograficos y
	Línea base para la medición del desempeño permite analizar la variación entre lo programado en la obra y lo ejecutado.(generacion de actas de obra analizando ahí los cambios)		Entregables son los resultados de cada actividad realizada en la obra, permitiendo las inspecciones de obra, esto se permite en la aplicación mediante los comentarios y reseñas sobre las actividades
	Línea base de la programacion es la que sera comparada a la programacion ejecutada asi realizando los cambios pertinentes.		Datos del desempeño del trabajo donde se incluyen los estados de las actividades en el momento de revision asi marcando las observaciones.
	Línea base del alcance se basa en seguir la edt como se planeo inicialmente.		

Fuente: Elaboración Propia

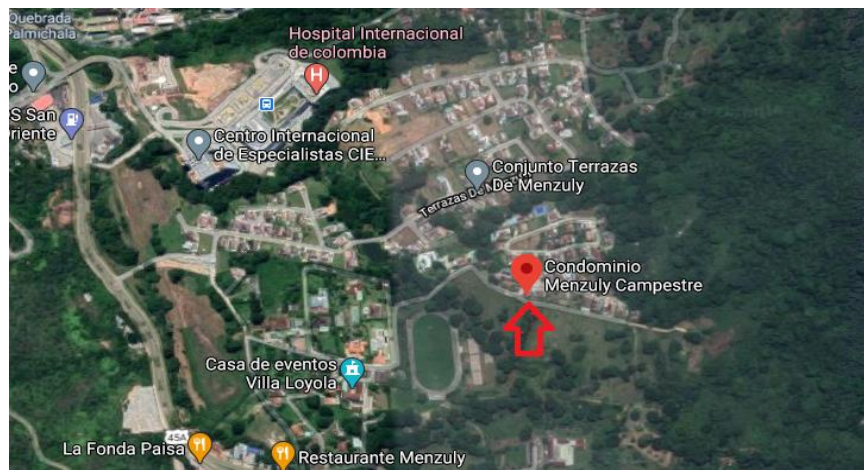
4.5 PLAN PILOTO

En base al análisis hecho previamente mediante la caracterización e identificación de las variables susceptibles a mejorar tales como lo son el tiempo, costo y calidad, junto con la implementación de los aplicativos móviles en dichos procesos mencionados previamente en el inventario de aplicativos, en base a dicha selección de aplicaciones se busca poder encontrar el proceso en el cual se deje utilizar dichas aplicaciones, siendo este un ejemplo de obra real o simplemente una simulación. Al realizar la búsqueda de algunos proyectos de obra en estado de ejecución, se encontraron gran variedad de estos, de los cuales se seleccionó un proyecto del cual se sustrajo toda la información posible del proceso en el cual se encontraba la obra a la fecha, así mismo se realizó la visita a cada una de manera presencial, además se realizó el debido control fotográfico y se puso en marcha el debido seguimiento y control contando con las aplicaciones móviles seleccionadas monitoreando los tres ítems vitales (tiempo, costo y calidad) Comenzando a la implementación de las aplicaciones móviles, se analizó inicialmente el estado en el que se encontraba el proyecto seleccionado inicialmente, por lo cual en base a esto se detectó la actividad a analizar e incluir en el uso de los aplicativos móviles. A continuación, se hará la descripción del proyecto y posteriormente todo el trabajo realizado con los aplicativos seleccionados.

4.5.1 Primera aplicación de plan piloto.

Proyecto planeado: Casa de una sola planta con 420m² construidos.

Figura 40. Ubicación Proyecto donde se realizó el plan piloto.



Fuente: Google Maps

A la hora de implementar dicho plan piloto se encontró que el proyecto se encontraba en su fase de inicio, solo se había realizado el descapotado del terreno y marcado la ruta de la cimentación del inmueble, por lo cual se realizó el seguimiento y control de la cimentación del proyecto, por lo cual inicialmente se tomó como referencia la programación del proyecto realizada previamente para así tener una guía respecto a lo que pasara realmente, es decir comparar el cronograma planeado en contra del ejecutado, de lo cual se obtuvieron los siguientes datos:

Fecha inicio de la obra: 23 de marzo del 2021.

Fecha inicio del armado de la estructura de acero de la cimentación y excavación del terreno: 30 de marzo del 2021.

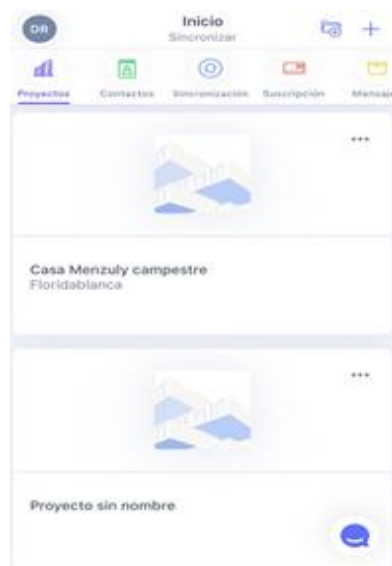
Fecha postura de la armadura en la excavación realizada: 3 de abril del 2021.

En base a los datos obtenidos, se llevó a cabo el uso de las aplicaciones móviles para poder dar un juicio respecto a lo planificado desde inicio, además incorporando detalles tales como lo son la calidad y el costo en caso de ser posibles.

4.5.1.1 Archireport

Se comenzó a realizar el seguimiento en base a las aplicaciones seleccionadas desde el filtro realizado anteriormente, por lo cual los días en las cuales se hizo presencia en la obra se tomaron todos los datos disponibles para así nutrir la aplicación a medida que esta y el tiempo en obra lo permitiera, de lo anterior se pudieron recolectar los siguientes datos en base al aplicativo.

Figura 41. Interfaz de inicio del aplicativo Archireport



Fuente: Archireport, Menú de creación de proyectos. 2021

Iniciando desde los básico del aplicativo, se partió desde la vinculación de la obra a la aplicación, incorporando datos tales como dirección, participantes del proyecto, documentos y demás, luego de haber creado la base del proyecto en el aplicativo, se efectuaron las visitas propuestas en base a lo que se buscaba, siendo en este caso el proceso de cimentación de la obra, por lo cual por cuestiones de tiempo, dificultades en la visita debido a la etapa que se vive actualmente, entre otras, se realizaron un total de tres visitas, siendo la primera el análisis del terreno y familiarización con el entorno en cual se trabajará, seguido a esto ya se dio inicio a la toma de datos respecto al proceso deseado, tal como se describe a continuación.

Figura 42. Interfaz del aplicativo en función de las visitas realizadas.



Fuente: Archireport, Menú de creación de visitas en obra. 2021

Dentro de las dos visitas restantes realizadas, se tomaron los datos junto con las observaciones que se detectaron durante el proceso, por el cual se contrajo toda la información y se anexo en el aplicativo, siguiente el proceso descrito a continuación.

En el transcurso de las dos visitas realizadas se hizo el registro diario que permite realizar la aplicación, dando como objetivo el poder realizar el seguimiento y control del proceso en este caso de la cimentación del proyecto previo a su fundida, posteriormente se ordenan las actividades de manera cronológica, desde el armado de la estructura de hierro, hasta la fase final previo a la fundida como lo es el encofrado. Durante el monitoreo de la actividad se vieron ciertas falencias en términos de cantidad de trabajadores designados para cada actividad, tales como el número de personal dedicado al armado de la estructura de hierro, este hecho se notificó en el aplicativo para así mantener al día a la entidad supervisora ya que esto podría generar una pérdida de tiempo en obra, además por consiguiente esto podría significar perdida de dinero o incluso calidad en el proceso de armado, tal como se notifica en la siguiente imagen.

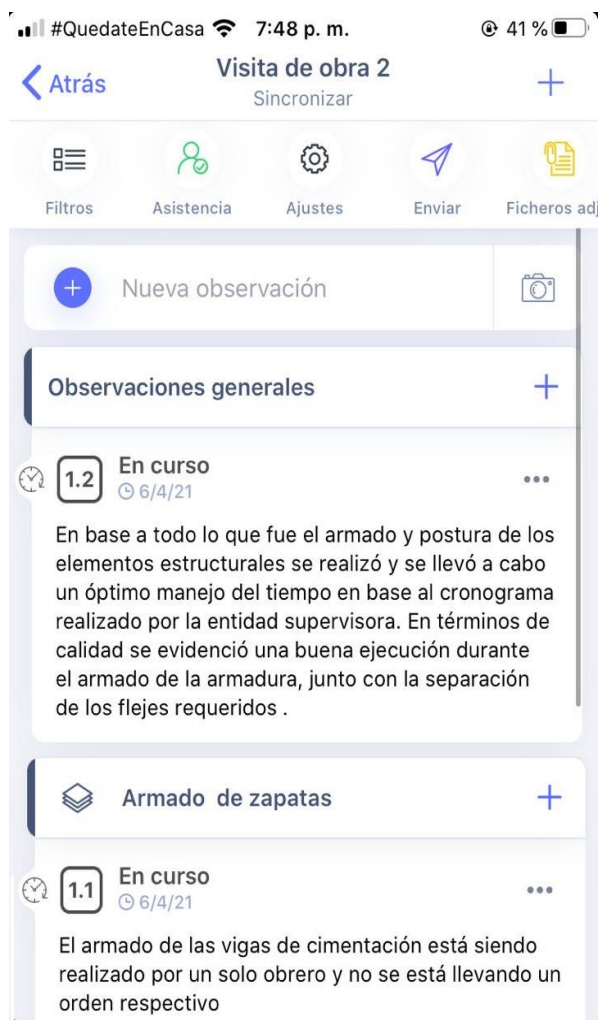
Figura 43. Formato de creación de visitas en obra.



Fuente: Archireport, Menú de registro de visitas junto con el vínculo entre las mismas. 2021

Tal como se menciona acerca del problema presente de personal activo identificado en el armado de las vigas de cimentación, se puso dicha información en el aplicativo de tal manera de avisar acerca del problema que se presencié, a pesar de esto tal como evidencia en la imagen anterior se cumplió junto con lo estipulado en el cronograma asignado previo al inicio de la obra y no se generó ningún contratiempo, a pesar de esto para darle seguridad al proyecto se tomaron fotos y se analizó de cerca el trabajo hecho por el trabajador para así asegurar la calidad esperada en el proceso de armado, así que en términos de calidad el proceso de cimentación fluyó con total normalidad sin ningún problema presente a la hora de la ejecución y posterior a esta.

Figura 44. Proceso de armado en base al aplicativo



Fuente: Archireport, Creación de observaciones respecto a cada visita. 2021

Finalmente, junto con las ventajas que brinda la aplicación se permite detectar el porcentaje ejecutado según las fechas estipuladas desde el inicio de la obra, dando un diagrama tal como el que se muestra a continuación, esto se hace con la finalidad de poder realizar una comparación entre lo proyecto con lo ejecutado, para así poder calcular las pérdidas que se presentaron en términos de tiempo, ya que dicho aplicativo no tiene la capacidad de dar un resultado en porcentaje acerca de la ejecución tanto del presupuesto como de la calidad del proyecto.

Figura 45. Conjunto de figuras realizadas en base a lo planteado en el plan piloto basado en el aplicativo



Fuente: Archireport. Captura de estado de servicios. 2021

4.5.1.2 Kizeoforms

Para seguir llevando a cabo el seguimiento y control del plan piloto seleccionado, en base a Kizeoforms, una aplicación muy amplia en su entorno de monitorear lo que se realiza a diario en obra siendo de gran ayuda para comparar respecto al cronograma planteado inicialmente y realizando controles de calidad de todas las actividades que se realizan a diario, por lo cual este fue el enfoque seleccionado de este aplicativo, en torno al costo esta aplicación tiene muy poca influencia sobre el mismo. Para realizar el seguimiento y control, se llevó a cabo el mismo mecanismo que se ha venido utilizando previamente, por lo cual se realizaron las visitas respectivas junto con la información suministrada del día respectivo, así mismo la aplicación brindaría un informe formal acerca de todo lo que sucedió en el día, donde se reportan todos los hechos en compañía de eventuales errores, fallos, accidentes u otro algún factor que pueda llegar a ocasionar pérdidas no solo económicas si no de tiempo al proyecto. A continuación, se mostrara todo el trabajo realizado en el transcurso de las visitas realizadas a la obra, siendo este un resultado de la misma aplicación explicando de una manera más fácil y organizado todo lo hecho, por lo cual se obtiene como resultado de la aplicación un informe en versión PDF el cual se envía directamente tan pronto se registra a todos los correos electrónicos afiliados al aplicativo, adicional a este se vincula la firma del ejecutor de dicho registro para así mantener orden en el desarrollo del proyecto y vigilar que se está llevando a cabo con todo el cuidado posible, buscando así velar por todos los componentes en los influye dicho proceso protagonizado por las tres entes fundamentales en este aspecto tales como lo son el tiempo, el costo y la calidad. A pesar de todo el trabajo realizado Kizeoforms en el ámbito de la construcción no se enfoca directamente en ítems como lo son los costos, este busca monitorear de tal manera de controlar el tiempo y calidad a diario y así verificar que todos se está llevando a cabo con total normalidad.

Figura 46. Informe de Registro Diario generado a partir de la visita 1 del aplicativo Kizeoforms

Registro diario

Apellidos : Kizeo
Nombre : Demo
Fecha de respuesta : 9/4/21 18:36:18
Entre su correo electrónico para recibir un reporte : nnieto12@gmail.com

Principio de servicio

Sitio : Casa Menzuly Campestre Villa 16
Destinatario del informe : Entidad Supervisora
Fecha de servicio : 30/3/21
Hora de comienzo : 8:00

Agente 1	Apellidos : Rodríguez Nombre : Daniel	Agente 2	Apellidos : Torres Nombre : Nicolas
-----------------	--	-----------------	--

Fuente: Kizeoforms. Generación de informes en formato PDF. 2021

Figura 47. Informe de Registro Diario y tareas generadas a partir de la visita 1 del aplicativo Kizeoforms

Órdenes especiales

Órdenes : Se debe proceder a iniciar el armado de la estructura de hierro que conformaría la armadura total de la cimentación, para así de tal manera al cabo de una semana aproximadamente en base al cronograma estipulado inicialmente se procedería a unir todas las armaduras hechas para finalmente realizar la fundida.

Acontecimientos del servicio

Acontecimientos :

Acontecimiento : Se vería como un solo trabajador está dedicado al armado de la estructura de hierros sin llevar a cabo un orden designado previamente.

Foto :



Fin : 17:30

Fin de servicio

Hora de fin de servicio : 17:30

Firmas

Firma del agente :

Firma del jefe :

Firma del cliente :

En base al informe obtenido previamente se determinó la actividad realizada y de esta manera poder llevar a cabo el seguimiento deseado, dentro de los inconvenientes presentados durante la ejecución, tal como ya se ha venido presenciando desde el aplicativo anterior, es la falencia generada al tener un solo trabajador disponible para dicho trabajo de armado, a pesar de esto en base al cronograma inicial este no fue una molestia pero si deja mucho de que pensar, esto pasa debido a que el cronograma planeado era flexible y tenía gran cobertura de las fechas entre actividades, por tal razón no se reportó ningún atraso en función del tiempo y calidad, el control de calidad en este evento fue mucho más riguroso por parte de la entidad encargada de monitorear dicha actividad, desde luego al ser un solo trabajador esto puede ocasionar ciertos problemas no evaluados como lo es el cansancio de la persona que puede llegar a generar perdidas de calidad y de tiempo en el proceso, por lo cual fue necesario dedicar más tiempo durante el desarrollo de la actividad.

Posteriormente para la segunda visita realizada se realizó el mismo proceso que se habido llevando a cabo, en este caso tal como se observó previamente esta realizó una semana posterior a la primera visita realizada, por lo cual se llegó cuando todo el armado de la armadura de la cimentación tenía que estar completado y listo para fundir en función del cronograma planeado donde cumplía satisfactoriamente con dicha meta sin ningún contratiempo.

A continuación, se mostrará el informe generado desde aplicativo donde se describe todo lo sucedió y lo datos obtenidos a lo largo de dicha visita.

Figura 48. Informe de Registro Diario generado a partir de la visita 2 del aplicativo Kizeoforms

Registro diario

Apellidos : Kizeo
Nombre : Demo
Fecha de respuesta : 9/4/21 19:27:48
Entre su correo electrónico para recibir un reporte : nnieto12@gmail.com

Principio de servicio

Sitio : Menzuly Campestre Villa 16
Destinatario del informe : Entidad Supervisora
Fecha de servicio : 3/4/21
Hora de comienzo : 8:10

Agente 1	Apellidos : Rodríguez Nombre : Daniel	Agente 2	Apellidos : Torres Nombre : Nicolas
-----------------	--	-----------------	--

Fuente: Kizeoforms. Generación de informes en formato PDF. 2021

Figura 49. Informe de Registro Diario y tareas generadas a partir de la visita 2 del aplicativo Kizeoforms

Órdenes especiales

Órdenes : En base al lo planteado inicialmente, a la fecha se debería de tener toda la estructura de acero lista para su montura, con el fin de preparar la fundida de dichos elementos, por lo cual se debe realizar aparte de dicha montura, se debe realizar el encontrado para poder realizar la fundida.

Acontecimientos del servicio

Acontecimientos :

Principio : 14:30

Acontecimiento : Durante el tiempo transcurrido desde el armado hasta la mañana del día 6 de abril, se realizó la montura de todos los elementos estructurales en las excavaciones hechas, por lo cual se realiza el encofrado cumpliendo las fechas estipuladas para el seguimiento de las actividades propuestas.

Foto :



Firmas

Firma del agente :

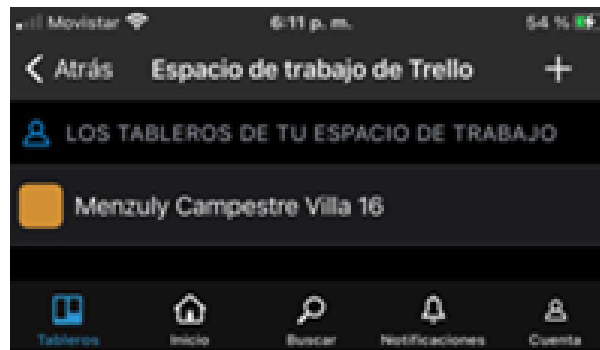
Firma del jefe :

Firma del cliente :

4.5.1.3 Trello

Trello se ha caracterizado por ser un aplicativo diferente a los demás, ya que este tiene el mismo funcionamiento de un tablero donde se registra todo lo que se desea sin restricción alguna, por lo cual dicho aplicativo ayuda mucho en ciertos factores que no pueden ser valorados por el resto de las aplicaciones seleccionadas, dentro de estas opciones sobresale lo que son los costos, un ítem muy difícil de identificar durante este proceso de seguimiento y control y poder dejar un registro para dejar certeza que lo planeado está siendo ejecutado con total normalidad.

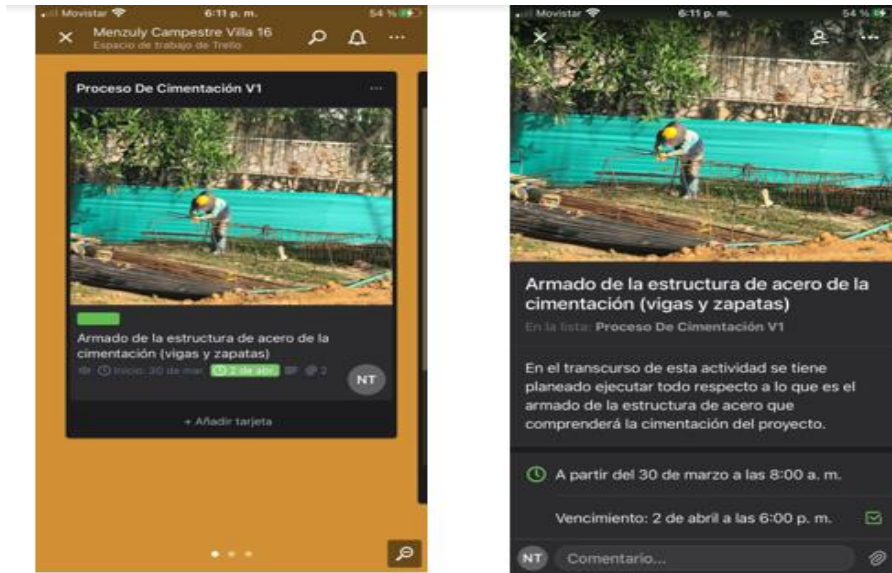
Figura 50. Interfaz de inicio y creación de tableros Trello



Fuente: Trello. Menú de creación de proyectos y creación de tableros. 2021

El software de este aplicativo es didáctico, su uso es fácil ya que solo es cuestión de crear un tablero con el proyecto designado, posteriormente se definen en una lista las actividades a evaluar, incorporando en cada una de estas el tiempo propuesto para inicio y final de las mismas junto con el personal designado para realizar la actividad, adicionalmente el aplicativo brinda la oportunidad de hacer una descripción detallada de la tarea a realizar en caso de necesitar hacer sugerencias u observaciones en específico. Siguiendo con el trabajo realizado para el desarrollo del plan piloto, se incorporaron al aplicativo las actividades analizadas a largo de las dos visitas hechas, por lo cual se registraron los respectivos datos junto con el trabajo hecho en campo obteniendo una lista de las labores hechas con su verificado respectivo.

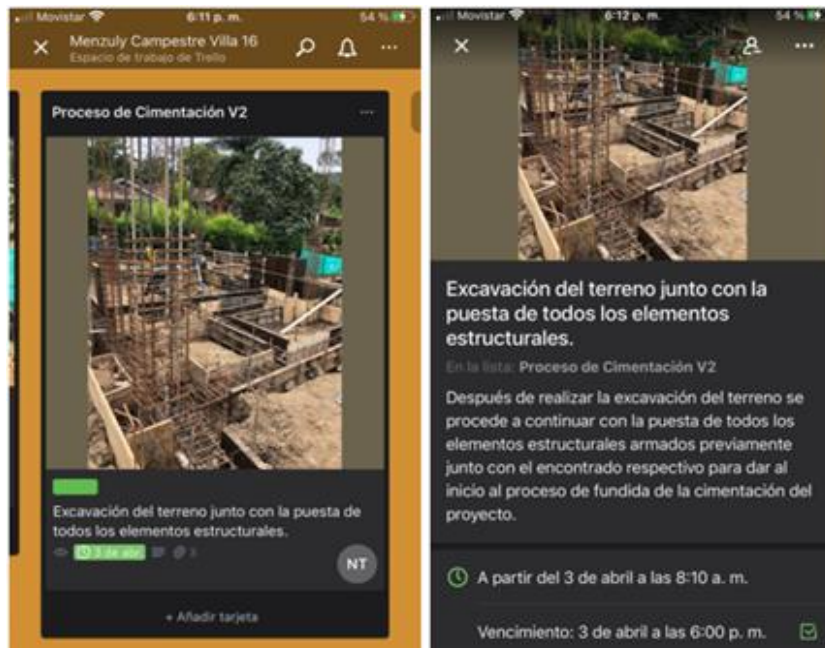
Figura 51. Interfaz aplicativo Trello de la visita 1 realizada.



Fuente: Trello, Creación de nuevos tableros y suministro de datos. 2021

Para la segunda visita se llevó a cabo el mismo mecanismo que se ha venido implementando, por lo cual se obtuvieron resultados similares cambiando únicamente en su enfoque debido al cambio de actividad siendo en este caso la unión de todos los elementos estructurales en la excavación ya hecha.

Figura 52.. Registro de datos del proceso referentes al plan piloto implementando el aplicativo Trello



Fuente: Trello, Creación de nuevos tableros y suministro de datos. 2021

Dando un análisis final de la aplicación, resulto ser muy útil y “fácil” de usar, pudiendo llevar a cabo todo lo deseado en términos de tiempo y calidad, este plan piloto no experimento pérdidas de tiempo y la calidad de cada actividad utilizada para este proceso fue supervisada con detalle, a pesar de esto el costo fue una variable en este caso, como el resto de aplicaciones no fue posible llevar a cabo un óptimo seguimiento y control de costos por lo cual este ítem no fue tomado en cuenta en el análisis debido a no tener certeza sobre el mismo.

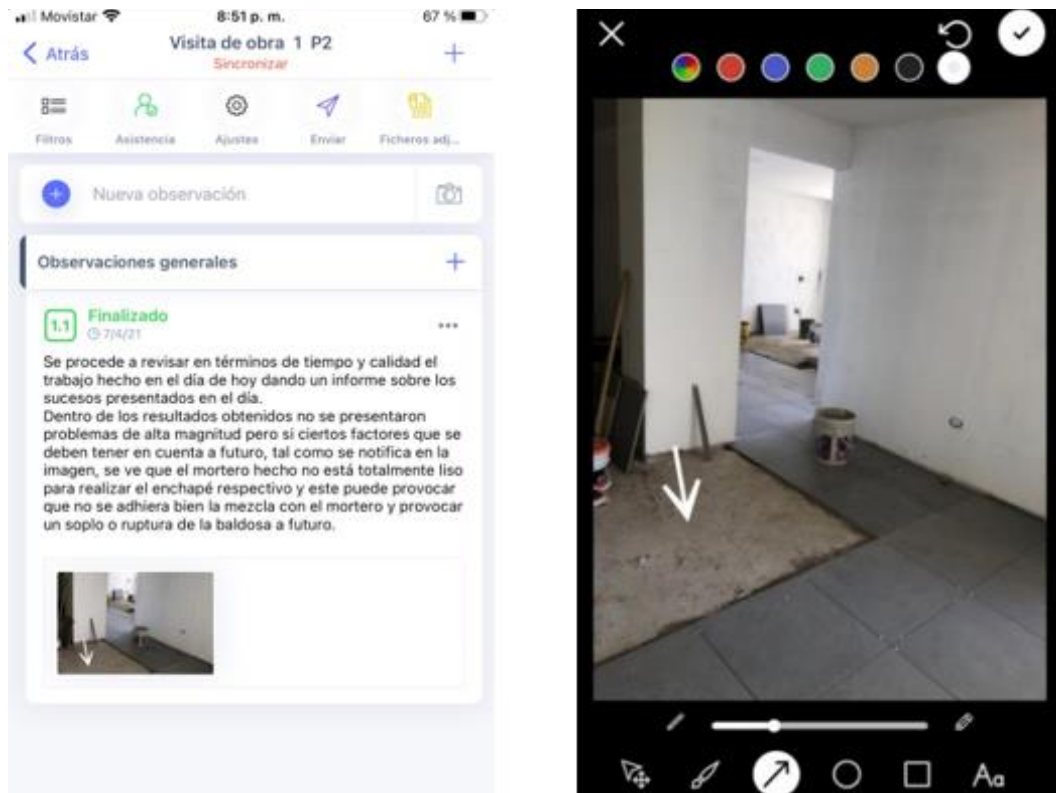
4.5.2 Segunda aplicación del plan piloto

Para la segunda ejecución correspondiente a la otra parte que conforma el plan piloto, se encontró un proyecto de construcción de una casa ubicada igualmente que el proyecto anterior en Menzuly Campestre, por lo cual se ejecutó el mismo procedimiento que se usó en el proyecto pasado, en el proyecto seleccionado ya se encontraban hechos todos los labores de construcción, es decir estaba en “obra negra”, por lo cual cuando se realizó la visita correspondiente el día 7 de abril se encontraban en el proceso de enchapado y acabados, por lo cual se decidió dar enfoque a dichas labores con ayuda de los aplicativos seleccionados. Para los aplicativos se registraron dos tareas las cuales fueron evaluadas con sumo cuidado ya que al ser una tarea de acabados y enchapadas se busca la aceptación y satisfacción total del cliente por lo cual se rige estrictamente el control en dicha estancia tal como se mostrará a continuación.

4.5.2.1 Archireport

Primer reporte realizado:

Figura 53. Observación 1 Archireport P2

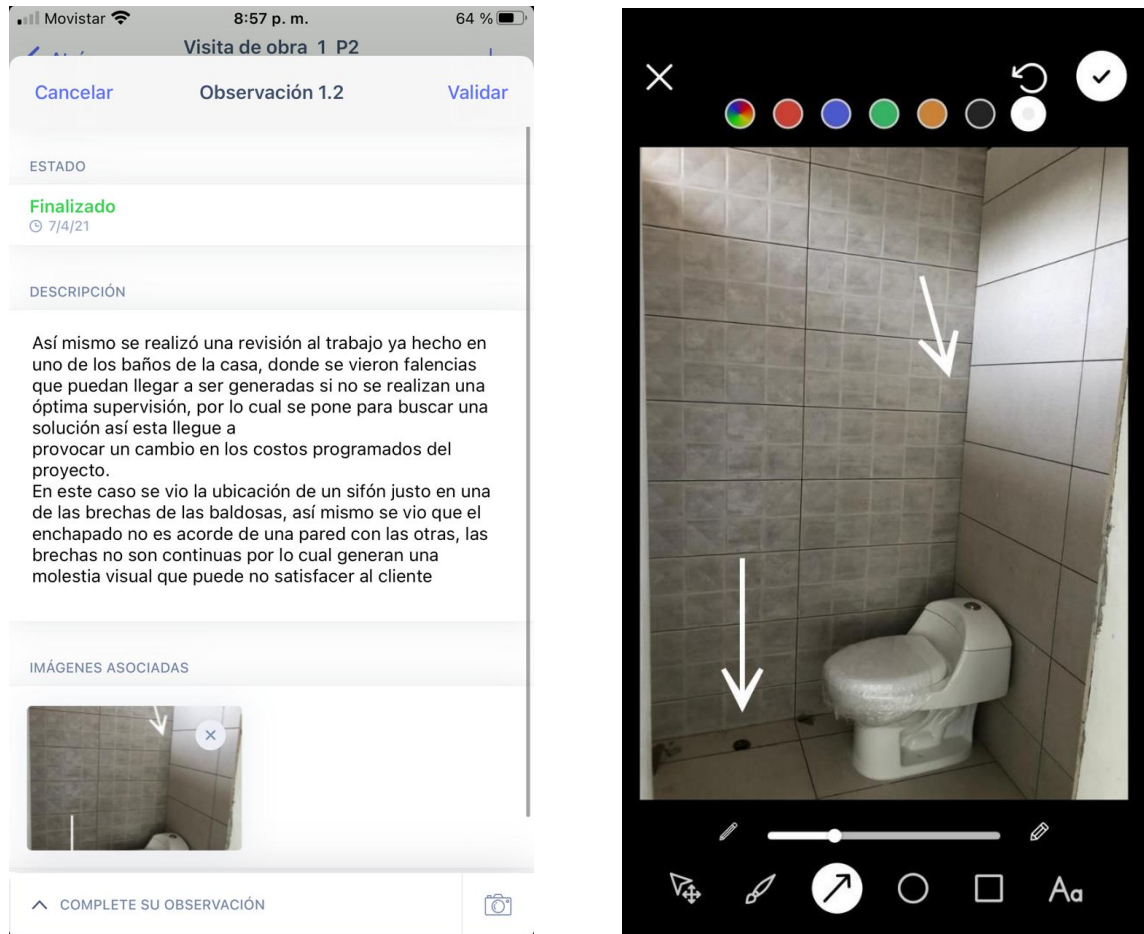


Fuente: Archireport. Interfaz de creación de observaciones. 2021

La primera observación realizada se enfoca básicamente en el estado que se encontró el mortero a la hora de realizar el enchapado, tal como se notificó en la aplicación se vio que el mortero no estaba totalmente liso, lo cual puede provocar problemas a futuro donde el cliente podrá quejarse y esto generará controversias y gastos a nivel económico no programados.

Segundo reporte realizado:

Figura 54. Observación 2 Archireport P2



Fuente: Archireport. Interfaz de creación de observaciones. 2021

Esta segunda observación realizada generó gran curiosidad y controversias debido a estos errores notificados ya que son muy notables y no agradables para el cliente, por lo cual se mandó inmediatamente el informe diario a la entidad supervisora ya que errores como estos pueden llegar a frenar la compra del inmueble debido a que en perspectiva del cliente todo es visual y falencias como estas no pueden ocurrir.

4.5.2.2 Kizeoforms

Kizeoforms al ser una de las aplicaciones donde se generan informes diarios se diagnosticaron todas las falencias encontradas en el proyecto en el proceso de enchapados disponibles, así mismo se realizó el informe correspondiente con destino a la entidad supervisora del proyecto para así dejar constancia del trabajo realizado y buscar solución a los problemas presentados, a continuación, se evidencia el informe generado a partir del aplicativo.

Figura 55. Primera parte del Informe en versión PDF generado de Kizeoforms

Registro diario

Apellidos : Kizeo
Nombre : Demo
Fecha de respuesta : 21/4/21 21:27:21
Entre su correo electrónico para recibir un reporte : nnieto12@gmail.com

Principio de servicio

Sitio : Menzuly Campestre
Destinatario del informe : Entidad Supervisora
Fecha de servicio : 7/4/21
Hora de comienzo : 9:15

Agente 1	Apellidos : Rodríguez Nombre : Daniel
Agente 2	Apellidos : Torres Nombre : Nicolas

Órdenes especiales

Órdenes : Se procederá a realizar el exigente control del trabajo realizado relacionado con todos los acabados en la obra vigentes, y en caso de encontrar errores en la calidad se procederán a reportar a la entidad supervisora para dar solución al problema.

Acontecimientos del servicio

Acontecimientos :

Principio : 9:15

Acontecimiento : Se procede a revisar cómo se está llevando a cabo el proceso de enchapado ubicado en la sala de la casa, así mismo se evidencia que no se está realizando un óptimo proceso debido a que el entorno de trabajo no se encuentra en óptimas condiciones, haciendo relación al mortero ese se encontraba con gran cantidad de obstáculos que provocaban que este no fuera Liso y óptimo para el proceso de enchapado.

Fuente: Kizeoforms. Generación de informes en formato PDF. 2021

Figura 56. Segunda parte del Informe en versión PDF generado de Kizeoforms

Foto :



Fin : 9:30

Principio : 9:35

Acontecimiento : Así mismo en el baño de la misma sala se encontraron ciertas falencias en el trabajo ya realizado por lo cual se busca que la entidad supervisora brinde solución a este problema ya que puede llegar a ser molesto para el cliente, siendo este problema la mala ubicación del sifón de desagüe, junto con la mala sincronización de las brechas de una pared a otra.


Foto :



Fin : 10:00

Fuente: Kizeoforms. Generación de informes en formato PDF. 2021

Figura 57. Tercera parte del Informe en versión PDF generado de Kizeoforms

Fin de servicio	
Hora de fin de servicio : 10:30	
Firmas	
Firma del agente :	Firma del jefe :
	Firma del cliente :

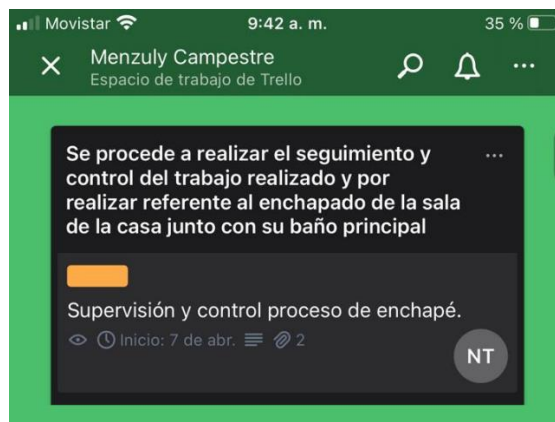
Fuente: Kizeoforms. Generación de informes en formato PDF. 2021

En base al proceso realizado para realizar el registro diario fue posible notificar a tiempo a la entidad supervisora en este caso del segundo problema encontrado tal como lo es la mala postura del sifón del baño junto con el enchapado de la pared que no guarda armonía, respecto a la cuestión del mal estado del mortero para el enchapado se hizo una recomendación al ingeniero a cargo para que notificara y corrigiera sus cuadrillas de trabajo en este aspecto con el fin de preservar y velar por la calidad del proyecto en todo lo máximo posible.

4.5.2.3 Trello

Siguiendo con el mismo formato propuesto tal como se realizó para las aplicaciones ya mencionadas se implementó el mismo método en este caso con Trello, así mismo se registró en dicho tablero virtual como fue la experiencia del seguimiento y control de los enchapados seleccionados.

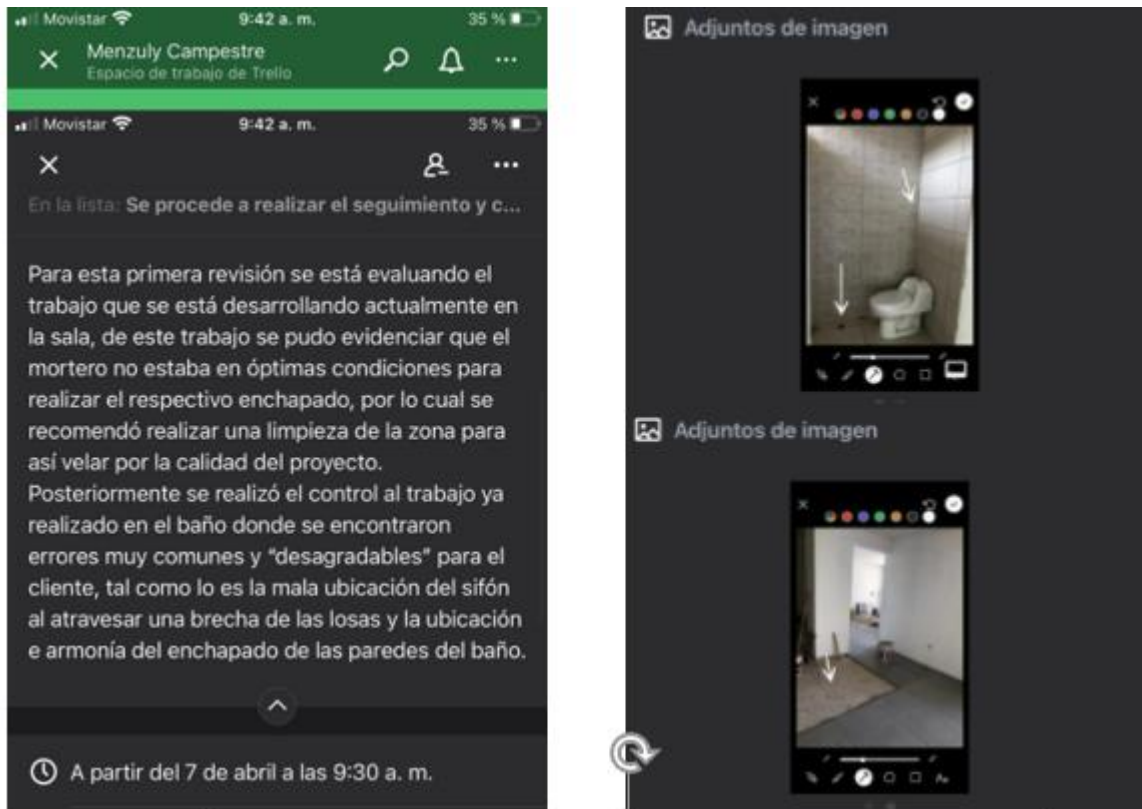
Figura 58. Interfaz Trello referente al enchapado de la sala de la segunda etapa del Plan Piloto



Fuente: Trello. Creación de nuevos tableros. 2021

En base al funcionamiento de la aplicación se hizo una observación global sobre los temas que evaluaron en la visita correspondiente, de esto se pudo hacer la recolecta de todos los datos posibles y así poder compartirlos junto con el aplicativo de una manera más eficiente tal como se muestra a continuación.

Figura 59. Interfaz aplicativo Trello de la parte 2 del Plan Piloto



Fuente: Trello. Creación un nuevo tablero junto con anexo de registro fotográfico. 2021

Finalmente, Trello como se ha mencionado previamente es solamente un tablero online que permite mantener al tanto al residente, persona a cargo del proyecto de cualquier eventualidad que se pueda presentar, tal como se muestra en el proyecto seleccionado se ven las falencias generadas para así buscar solución alguna a dichas problemáticas que se presentan a diario en obra.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

En base al trabajo realizado, apoyado en el plan piloto de la metodología propuesta se determinaron ciertos factores y resultados influyentes que se dieron durante desarrollo de la investigación enfocados principalmente en los tres ítems propuestos a analizar tal como lo son el costo, el tiempo y la calidad.

Haciendo la evaluación de cada uno de los aplicativos estimados por la norma ISO 9241-1, se realizó el análisis detallado de cada aplicativo donde se tomaron las tres aplicaciones con la puntuación más alta para así implementarlas en el plan piloto.

se obtuvieron los siguientes puntajes dentro del top 3 de aplicaciones se encuentran:

- Archireport ocupando el primer lugar liderando la tabla con 4.43 puntos.
- Trello en segundo lugar con un total de 4.20 puntos.
- Kizeoforms acompañando a Trello en el segundo lugar con el mismo puntaje de 4.20 puntos.

Como otro resultado se obtuvo que los oficiales de obra y sus ayudantes, son muy recios a la implementación de nuevos métodos para el control y seguimiento de obra, ya que en la obra por medio del plan piloto se evidencio que los maestros y su personal de obra en su mayoría no tienen teléfonos celulares que permitan realizar este tipo de actividades sin tener en cuenta que ellos por opinión propia consideran que la tecnología no es amiga de sus intereses, asumiendo que la tecnología les representara un trabajo más complejo y difícil.

En la obra visitada se hizo una encuesta acerca del tipo de celular que poseen las cuadrillas en el momento obteniendo los siguientes resultados:

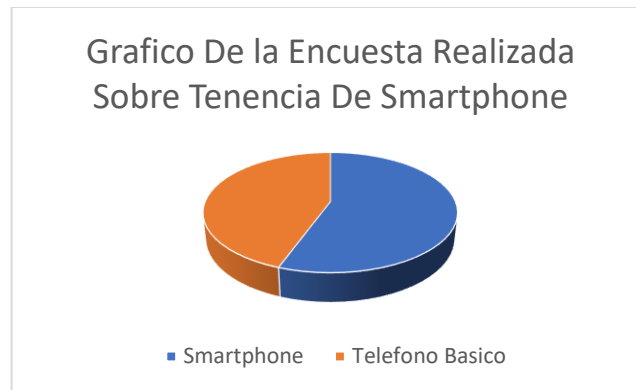
Tabla 21. Encuesta realizada en base al porte de "Smartphone"

cuadrillas		smartphone	teléfono básico
cuadrilla 1	maestro	x	
	obrero 1		x
	obrero 2		x
	obrero 3	x	
cuadrilla 2	maestro		x
	obrero 1	x	
	obrero 2		x
	obrero 3	x	
residente de obra		x	

Fuente: Elaboración Propia

La encuesta se realiza de dicha manera en una tabla hecha por el equipo de trabajo ya que, exigirles algún tipo de encuesta online hubiese sido imposible por la poca aceptación a la tecnología. Haciendo un análisis estadístico se estimó que el 55,5% del personal en obra vigente tiene acceso a celulares de alta tecnología gama “Smartphone”, siendo este un valor bajo para lo que se busca con el uso de los aplicativos.

Figura 60. Gráfico de torta acerca del porte de celular tipo Smartphone



Fuente: Elaboración Propia

La elaboración de informes diarios de obra llego a contribuir una ganancia de tiempo, ya que al realizarlos de manera como se ha venido trabajando costaría mucho más tiempo del esperado, por lo cual haciendo un análisis se pudo concluir que por informe se ahorraron aproximadamente 20 minutos, por lo cual si súmanos dicho tiempo a todos los días en los cuales se evalúa el proyecto, este generaría una gran ganancia de tiempo.

Por otra parte, en Archireport se evidencio una manera fácil de hacer reportes, ya que se puede mantener actualizado en todo momento. Como dato importante de estos resultados es que Archireport no es una aplicación de un uso fácil del todo ya que requiera más tiempo del planeado para su aprendizaje para hacer llegar al máximo su potencial en el uso de la aplicación, Archireport da como resultado importante que permite detectar porcentaje ejecutado que esta confrontado directamente con el tiempo programado. Ya que la actividad fue ejecutada en los tiempos que se tenía previsto, es decir, que la programación de las actividades fue igual al modo en que fueron ejecutadas.

Figura 61. porcentaje de trabajo ejecutado a la fecha. Aplicativo Archireport.



Fuente: Archireport. Interfaz de estado de servicio. 2021

En el plan ejecutado que se percibe en la aplicación se analiza que como las actividades en la cimentación preceden de las otras, su programación fue realizada de manera satisfactoria es decir los porcentajes de trabajo se iban realizando cuando se terminaban otras actividades como se ve en la aplicación.

Teniendo el trabajo ejecutado ya registrado en la base de datos del aplicativo, esto permite realizar brevemente una comparación con la programación que se planeó desde el inicio de la obra, por lo cual se solicitó a la entidad supervisora el cronograma para evaluar el porcentaje de trabajo tanto perdido como ganado.

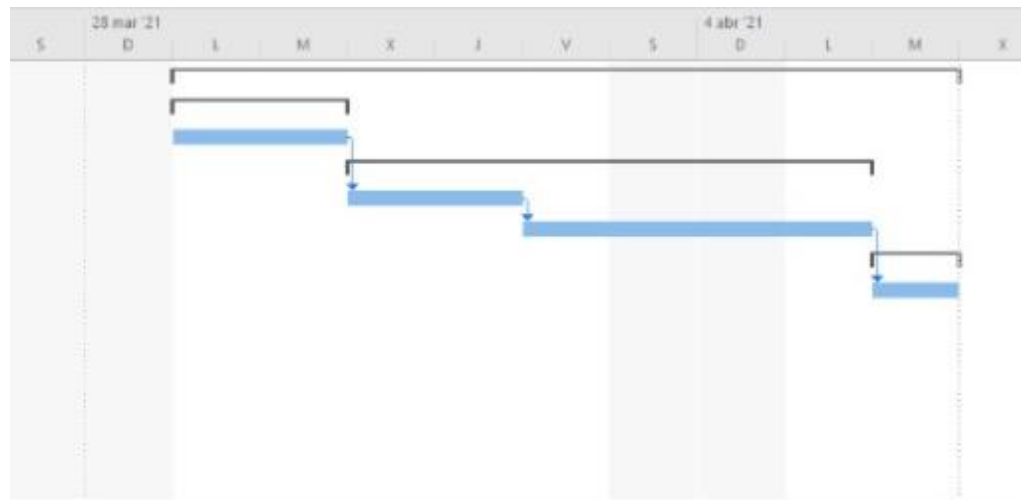
A continuación, se muestra la programación planeada del proyecto para analizar los resultados obtenidos previamente.

Tabla 22. Tabla de programación generada a partir de Project

	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1		→ Cimentación	7 días	lun 29/03/21	mar 6/04/21	
2		→ excavacion	2 días	lun 29/03/21	mar 30/03/21	
3		manual	2 días	lun 29/03/21	mar 30/03/21	
4		→ armado	4 días	mié 31/03/21	lun 5/04/21	
5		armado de viga	2 días	mié 31/03/21	jue 1/04/21	3
6		armado de zapa	2 días	vie 2/04/21	lun 5/04/21	5
7		→ fundida	1 día	mar 6/04/21	mar 6/04/21	
8		fundida comple	1 día	mar 6/04/21	mar 6/04/21	6

Fuente: Entidad supervisora Menzuly Campestre villa 16

Figura 62. Diagrama de Gantt Referente a la programación planteada del proceso de cimentación del



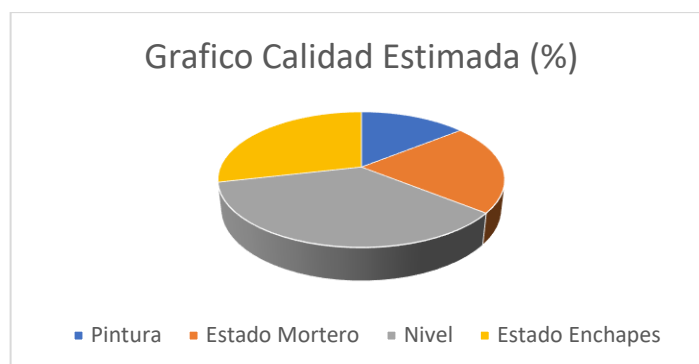
Fuente: Entidad supervisora Menzuly Campestre villa 16

Realizando un análisis entre la programación planeado y la ejecutada se pudo demostrar que el proyecto en términos de tiempo junto con el soporte del aplicativo “Archireport” se pudo llevar a cabo con total normalidad, a pesar de las falencias generadas desde la toma de datos tal como lo fue el poco personal disponible a la hora del armado de los elementos estructurales se puede sacar adelante la tarea asignada y cumplir con los tiempos estimados desde previamente al inicio de la obra.

Por medio de los aplicativos se puede llevar un control y monitoreo por medio de los registros fotográficos, en estos resultados se percibió que en el proceso de instalación de pisos en una zona de una casa hubo ciertos errores al realizar la actividad que restarían calidad a los enchapes expresadas en la Figura 53, estos errores permitieron dar una calificación global a la calidad de esa parte del proyecto.

Dentro de las actividades a mejorar esta la pintura antes de la entrega ya que se había dañado toda la pintura por las actividades realizadas. Posteriormente se hace énfasis en el mortero donde iban los enchapes estaba a poco nivel y con partes llenas de huecos que a futuro generara problemas de calidad. Como dato positivo los enchapes llegaron en excelente estado y los materiales que se usaron fueron de excelente calidad. Por esto mismo se realizó un diagrama evaluando porcentualmente la calidad de cada una de estas actividades.

Figura 63. Diagrama de torta en porcentaje representado el estado de calidad de cada uno de los aspectos



Fuente: Elaboración Propia

En base al trabajo evaluado en obra, se realizaron unas evaluaciones numéricas referentes a la calidad de la ejecución de las tareas estimadas. Según las imágenes obtenidas en la App se pudo realizar una tabla valorativa de las cualidades en cuestión de calidad de la actividad que se había realizado esto dando unos datos para generar un promedio de la actividad y así ser juzgada, diciendo si es de baja calidad o alta calidad, esto se hace con el fin de preservar la calidad del producto, se sabe que el cliente normalmente se enfoca más en lo visual por lo tanto se trata de preservar dicha visión y mantener todo de la mejor manera posible, por lo cual a continuación se evidencia la evaluación de cada una de las escenas propuestas en la segunda parte del plan piloto, ósea lo referente a los acabados del proyecto. A partir de la visita realizada sustentada en la Figura 54 se realizó una evaluación de calidad de carácter numérica con el fin de poder dar una respuesta a los hechos que se generaron, por lo cual se evidencio lo siguiente:

Tabla 23. Evaluación de calidad Figura 54

Acabados	1	2	3	4	5
Enchapes piso					X
Enchapes paredes		X			
Sanitarios				X	
Sifones	X				
brechas del suelo					X
Brechas de la pared				X	
Pintura		X			

Fuente: Elaboración Propia

En función de los datos almacenados se pudo realizar un promedio para determinar la calidad del producto a partir de los siguientes parámetros: De 1 a 2 puntos es baja la calidad, de 2,1 a 3 normal su calidad y de 3,1 a 5 es una alta calidad.

Tabla 24. Evaluación numérica de la Figura 54

Acabados	Valoración
Enchapes piso	5
Enchapes paredes	2
Sanitarios	4
Sifones	1
Brechas del suelo	5
Brecha de pared	4
Pintura	5
Total	3,7

Fuente: Elaboración Propia

Se concluye mediante lo visto se obtuvo una calificación de 3.7, siendo una actividad de alta calidad en base a los parámetros pactados inicialmente.

6. CONCLUSIONES

Con base al conjunto de aplicaciones seleccionado se concluyó que ninguna de estas podía realizar todo el trabajo en su totalidad, ya que el software de cada una de estas está destinado a realizar distintas labores, en base a esta información se obtuvo que no existe la aplicación “perfecta” y si se va a dar el uso de los aplicativos móviles en obra, se tendrá que hacer la capacitación de cada una de las aplicaciones hechas en el conjunto para llevar a cabo un trabajo óptimo. La selección de las aplicaciones va ligado al gusto de la persona que las va a usar, esto se debe a que esto va ligado a la satisfacción del usuario y adicional a esto debe ser un software fácil de entender debido a que el personal en obra normalmente no consta con los grados de educación adecuados.

El costo fue una variable casi imposible de evaluar debido al software implementando por cada uno de los aplicativos utilizados por lo cual no se tomó gran consideración de este mismo, de ser posible el manejo de costos este sería manejado mediante otro software donde se haría el proceso de manera manual para así poder controlar dicho ítem. El proceso de seguimiento y control de costos tiene poco abarque respecto al mercado de aplicativos móviles, así como se mencionó en el proceso de caracterización de las actividades susceptibles de cada uno de los aplicativos seleccionados, el costo no llegó a tener lugar en estos aplicativos en base al plan piloto selecto.

En el uso de la mayoría de las aplicaciones como punto importante se pudo evidenciar que estas aplicaciones permiten el análisis de la calidad de las actividades y la entrega del producto final a quien le corresponda ya que en la mayoría de los aplicativos estos permiten la recolección y almacenamiento de imágenes y la realización de comentarios para cada una de las mismas.

Al momento de caracterizar los procesos de seguimiento y control en términos de tiempo, costo y calidad se llegó a la conclusión de que solo en algunas actividades son susceptibles en una obra a mejorar con el uso de aplicativos móviles, ya que en algunos casos puede afectar los procesos que son efectuados en la actualidad haciendo que se presenten demoras o trabajos extras para los presentes en la obra.

En las obras civiles no se suele utilizar todos los lineamientos para el monitoreo y control de la calidad que exige la norma respectiva en base al PMBOOK, ISO, NSR10, con las aplicaciones se puede realizar de manera empírica el control de dicha calidad siendo esta manera más visual que teórica, en base a las actividades evaluadas durante el desarrollo del plan piloto se percató que el monitoreo era en base a las fotos tomadas y a los registros generados en los aplicativos.

Uno de los problemas que se generaron de manera notoria fue la imposibilidad de los trabajadores de la obra a acceder a un dispositivo que permita usar este tipo de aplicaciones, en mayoría por sus altos costos en la situación de un ayudante de obra u oficial de obra.

Para llegar a algún momento que se pueda dar uso a estos aplicativos, se va a necesitar cierta capacitación para el uso de smartphone y los aplicativos respectivos por parte del personal presente en obra ya que por mismos consentimientos de ellos expresan que los “atrofia la tecnología”, en este caso suponiendo que la tecnología es un enemigo en vez de un amigo en el monitoreo de la obra.

En cuestión de tiempo las aplicaciones móviles están un poco retrasadas ya que no permiten en su mayoría realizar una documentación de la programación inicial de la obra, siendo Archireport la única que permite realizar algo similar aun así sin ser una programación de obra real. Se presencio que el personal de obra al tener un medio electrónico monitoreando su trabajo se sentían presionados a realizar un trabajo de alta calidad a sabiendas que iba a ser revisado por la entidad supervisora por medio de los aplicativos móviles.

Se evidencio gran variedad de aplicaciones móviles en el mercado, pero sus niveles de desarrollo en la actualidad tienen muchos campos los cuales abarcar y pocas aplicaciones están llegando a lograr lo que se necesita en obra y puede llegar a enfocarse en cosas que no son tan importantes en una aplicación dedicada al monitoreo y control.

En el mercado de aplicaciones se encontraron gran variedad de estas pero a la hora de realizar el filtro respectivo para así hacer el inventario de aplicaciones aplicado en el objetivo 2 del proyecto, muy pocas tuvieron el nivel necesario para pasar dicho

filtro, esto se debe al poco uso y poca funcionalidad que puede llegar a abarcar un aplicativo dedicado al control, tal como se mencionó previamente no existe el aplicativo dedicado en un ciento por ciento a realizar dichas tareas por lo cual el filtro hecho fue de carácter detallado y se seleccionaron aplicaciones que su software permita ayudar en algo a lo que se busca con esta propuesta.

El proceso de evaluación y selección de aplicativos móviles destinados para el inventario realizado fue estrictamente monitoreado y calificado en base a la información aportada por bases de datos suministradas por ingenieros informáticos y personal similar califican cada aplicativo para así evaluar su viabilidad.

Con las aplicaciones como método de recopilación de datos se puede tener una base de datos sobre el trabajo realizado en la obra, esto permitiendo que el análisis de datos que se den en la obra pueda ser adquiridos de manera más fácil, ya que los datos pueden ser revisados de manera instantánea a tiempo real por parte de cualquier ente perteneciente al proyecto o cierto personal designado para estas tareas, siendo esto función de la mayoría de las aplicaciones móviles.

En base a la investigación hecha, se pudo detectar que la demanda de los aplicativos móviles en Colombia destinados a llevar el seguimiento y control en obra son escasos, así mismo en la tienda de dichos aplicativos estas no cuentan con calificaciones suficientes para convencer a alguna entidad dispuesta dar uso a las aplicaciones.

Actualmente no existen gran variedad de metodologías respecto al seguimiento y control, en base al uso que se le dan no se ha realizado una investigación exhaustiva al tema por lo cual al implementar el uso de estas no se podría definir el inventario de aplicaciones seleccionado para llevar a cabo el control en obra.

En función a lo que se está viviendo hoy en día con la pandemia causada por el COVID-19 causa múltiples problemas y dificultades a la hora de tratar de implementar este mecanismo en obra, por lo cual fue difícil encontrar un proyecto abierto para dicha investigación y no se pudo hacer un trabajo aún más detallado en base al tiempo que se estuvo en obra.

Entorno a la programación de obra no se pudo detectar mediante el software de cada aplicativo el método de seguimiento y control que estas estaban llevando a cabo, estas solo permitían nutrir el aplicativo de datos, pero a fondo sin saber su mecanismo real, tales como lo pueden ser líneas de balance, EDT, entre otras.

A pesar al gran potencial que pueden llegar a tener las aplicaciones móviles para realizar trabajos de seguimiento y control es casi imposible asegurar que dando un buen uso de estas van a bajar considerablemente los retrasos en obra, esto se debe a que independiente a esto hay factores que influyen y priman sobre estos mismos aplicativos.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] L. Schumacher, "Quantifying and apportioning delay on construction projects," *Cost Engineering*, vol. 37. pp. 11–13, 1995.
- [2] D. S. Moreno, "CONTROL DE OBRA BAJO METODOLOGÍA," 2017.
- [3] N. Rudeli, E. Viles, J. González, and A. Santilli, "Causas de Retrasos en Proyectos de Construcción: Un análisis cualitativo," *Mem. Investig. en Ing.*, vol. 16, pp. 71–84, 2018.
- [4] W. S. Melgar, "IMPLEMENTACIÓN DE GESTIÓN DEL TIEMPO PARA CONTROLAR RETRASOS EN OBRAS DE SANEAMIENTO POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEL MUNICIPIO DISTRITAL DE ASCENSIÓN," *Tesis*, pp. 24, 25, 2018.
- [5] B. Maccari, "IMPLEMENTACION Y SEGUIMIENTO DE LA METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION A LAS ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS DE LA OBRA METROPOLITAN BUSINESS PARK EN LA EMPRESA MARVALS.A CLEMENTE," vol. 11, no. 2, pp. 10–14, 2011, doi: 10.16194/j.cnki.31-1059/g4.2011.07.016.
- [6] R. A. and D. T. Henry Alinaitwe, "Investigation into the Causes of Delays and Cost Overruns in Uganda's Public Sector Construction Projects," *J. Constr. Dev. Countries*, 18(2), 33–47, 2013, vol. 195, no. 169, pp. 628–638, 1965.
- [7] A. Duarte and S. Martínez, "Manual práctico de control de costos en obras civiles, aplicado a construcción de edificaciones. Enfoque básico para el ingeniero.," 2011.
- [8] L. L. Becerra, "Los costos de construcción de vivienda aumentaron 2,48%," *Los costos de construcción de vivienda aumentaron 2,48%*, 2019. [Online]. Available: <https://www.larepublica.co/economia/los-costos-de-construccion-de-vivienda-aumentaron-248-2852654>.
- [9] V. Authors, *Project Management Institute*. Pensilvania, 1969.
- [10] PMI, "Controlar de Costos." [Online]. Available: <https://www.gladysgbegnedji.com/controlar-los-costos-del-proyecto/>.
- [11] PMI, "Control de Cronograma." [Online]. Available: <https://www.gladysgbegnedji.com/controlar-el-cronograma-del-proyecto/>.
- [12] J. H. Loria Arcila, "Programación de obras con la técnica de la línea de balance," pp. 1–40, 2012.
- [13] G. Mejía Aguilar and T. Hernández C., "Seguimiento de la productividad en obra: técnicas de medición de rendimientos de mano de obra," *Rev. UIS Ing.*, vol. 6, no. 2, pp. 45–59, 2007.
- [14] Briceño, "Designacion por procesos." [Online]. Available: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3294/Briceno_bo.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [15] V. Yepes, "¿Qué es la curva S en la estimación de costes en proyectos?," 2014. [Online]. Available: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2014/12/16/que-es-la-curva-s-en-la-estimacion-de-costes-en-proyectos/>.

- [16] L. A. González Pineda, "Desarrollo e Implementación de una Aplicación Móvil que permita realizar el Libro de Obras de Actividades de Construcción ejecutadas por el VIVEM-EP," *Univ. Nac. Loja, Carrera Ing. en Sist.*, p. 185, 2015.
- [17] E. Gald and E. I. Garc, "Hacia la construcción de una herramienta para la creación de bitácoras para Android," vol. 93, pp. 111–120, 2015.
- [18] C. Mazas, "KizeoForms," 2020. [Online]. Available: <https://www.kizeo-forms.com/es/control-de-obra-aplicacion/>.
- [19] W. Oehms, "Bauskript Libro de Obra." [Online]. Available: <http://www.libro-de-obra.com/>.
- [20] L. C. Hoyos, "Bitacora - Personal Voice Diary." [Online]. Available: <https://apps.apple.com/us/app/bitacora-personal-voice-diary/id1071707114?l=es>.
- [21] F. Stella, "Trello," 2011. [Online]. Available: <https://trello.com/home>.