

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**REDUCCIÓN DE LA VARIABILIDAD EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN
MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE BUFFERS**

TESIS

Presentada por:

Bach. Marco Antonio Mamani Maqqe

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

TACNA-PERÚ
2022

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

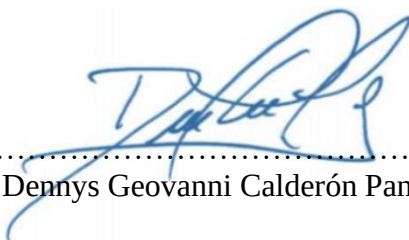
REDUCCIÓN DE LA VARIABILIDAD EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE BUFFERS

Tesis sustentada y aprobada el día 10 de mayo del 2022, estando integrado el Jurado Calificador por:

PRESIDENTE


:.....
Mtro. Cesar José Avendaño Jihuallanga

SECRETARIO


:.....
Ing. Dennys Geovanni Calderón Paniagua

VOCAL


:.....
Ing. Martin Paucara Rojas

ASESOR


:.....
Mtro. Santos Tito Gomez Choquejahua

DEDICATORIA:

Para mis padres, por el
acompañamiento ofrecido en cada
etapa de la vida. En este recorrido,
aún presente, significa un capítulo
más, donde el principal argumento
seguirá siendo la búsqueda y
cumplimiento del deber.

AGRADECIMIENTOS

Por la perseverancia, el esfuerzo, la voluntad, la disciplina y el coraje de ver desafíos; donde pareciera haber problemas, por esta oportunidad de superar adversidades, una vez más, agradezco a mi madre y padre.

Con una destreza y capacidad, que además de la inteligencia, la experiencia sabe proveer, los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de quienes tuve la oportunidad de aprender, tienen todo mi agradecimiento.

También, por los conocimientos adquiridos ejerciendo laboralmente funciones en la ejecución de obras de edificación en estos últimos años, me han permitido ampliar el aprendizaje necesario para el desarrollo personal enfocado en mejorar las expectativas de progreso, aminoradas últimamente por el impacto negativo producto del contexto sanitario de estos tiempos; por ello, es grata la mención de los compañeros de labores, con quienes tuve el gusto de coincidir.

CONTENIDO

Pág.

DEDICATORIA:	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE CUADROS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
GENERALIDADES	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1.1 Formulación del problema	3

1.2 HIPÓTESIS	5
1.2.1 Formulación de Hipótesis.....	5
1.3 FUNDAMENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL TEMA A INVESTIGAR.....	5
1.3.1 Justificación del problema	5
1.3.1.1 En el aspecto social.....	5
1.3.1.2 En el aspecto ambiental.....	7
1.3.1.3 En el aspecto económico.....	9
1.4 OBJETIVOS.....	10
1.4.1 Objetivo general	10
1.4.2 Objetivos específicos	10
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO	11
1.6 VARIABLES.....	12
1.6.1 Variable independiente.....	12
1.6.2 Variable dependiente	12
 CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	13

2.1	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	13
2.1.1	El sector de la construcción en los últimos años:	13
2.1.2	La problemática del déficit en la ejecución de obras:	17
2.1.3	Factores que generan más restricciones en la ejecución de Obras	18
2.1.4	Conceptos previos:	21
2.1.5	Estrategias para el manejo de la variabilidad	22
2.1.6	La relación entre buffers y variabilidad en el proceso constructivo ..	26
2.1.7	Concepto y tipos de buffers.....	28
2.2	LEAN CONSTRUCTION.....	35
2.2.1	Pautas implementadas en el plan y programa de Lean Construction	35
2.2.2	Definición del Last Planner System	36
2.2.2.1	Funciones de Last Planner System	37
2.2.3	Planeamiento y cronograma general	38
2.2.3.1	Funciones del plan maestro:	39
2.2.4	Lookahead	40
2.2.4.1	Funciones del Lookahead.....	41

2.2.4.2	Pautas para el desarrollo del Lookahead	42
2.2.4.3	Trabajos, sucesos y actividades más restrictivas.....	42
2.2.4.4	Inventario de Trabajos Ejecutables (ITE)	47
2.2.5	Plan de trabajo semanal.....	48
2.2.5.1	Funciones del plan de trabajo semanal	49
2.2.5.2	Control de la planificación de trabajo semanal	50
2.2.6	Causas de no cumplimiento	51
2.2.7	Porcentaje de actividades completadas (PAC).....	53
 CAPÍTULO III		
	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	55
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	55
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	56
3.3	TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS	58
3.4	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	58
3.4.1	Características geográficas de la zona de trabajo	58
3.4.2	Ubicación del Proyecto.....	59

3.5 ORGANIGRAMA DE LA OBRA.....	62
3.6 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	65
3.7 CRONOGRAMA Y RECURSOS	67
3.7.1 Cronograma de la investigación.....	67
3.7.2 Cronograma del proyecto.....	69
3.8 ESQUEMA DE TRABAJO	71
CAPÍTULO IV	
APLICACIÓN DE BUFFERS PARA REDUCIR LA VARIABILIDAD	73
4.1 EVALUACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN INICIALMENTE DESARROLLADA	73
4.2 ELABORACIÓN DEL PLAN MAESTRO	75
4.3 DETERMINACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN INTERMEDIA	76
4.4 ELABORACIÓN DEL PLAN SEMANAL DE TRABAJO	82
4.5 DETERMINACIÓN DE LOS BUFFERS A IMPLEMENTAR	84

4.6 CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE ACTIVIDADES COMPLETADAS (PAC).....	85
4.7 INTERPRETACIÓN DE LOS VALORES OBTENIDOS.....	86
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Activación del cauce del rio Caramolle.....	14
Figura 2. Proceso de producción aislado a través de un buffer	29
Figura 3. Vaciado de concreto los días sábados usado como buffer de tiempo	31
Figura 4. Disposición de paneles en campo usado como buffer de inventario.....	32
Figura 5. Nivelación y compactación de periferia usado como buffer de capacidad.	34
Figura 6. Esquema de los planes en la obra.....	36
Figura 7. Flujo de producción.....	41
Figura 8. Imagen referencial de los bloques “A” y “C”	57
Figura 9. Localización del proyecto.....	60
Figura 10. Ubicación del proyecto.....	61
Figura 11. Organigrama de la obra.....	65
Figura 12. Resumen de programación de obra.....	69
Figura 13. Resumen de programación del componente I.....	70

Figura 14. Resumen de programación del Bloque “A”.....	71
Figura 15. Diagrama de flujo metodológico.....	72
Figura 16. Programación Gantt del “Bloque A”.....	74
Figura 17. Hitos de control en el “Bloque A”.....	75
Figura 18. Partidas críticas en el “Bloque A”.....	76
Figura 19. Programación intermedia (Lookahead).....	77
Figura 20. Programación intermedia (continuación de figura 19).....	78
Figura 21. Reporte de avances diarios: muros en cabeza.....	82
Figura 22. Reporte de avances diarios: muros en saga.....	83
Figura 23. Reporte de avances diarios: acero en vigas.....	83
Figura 24. Formato implementado para buffers.....	84
Figura 25. Formato implementado para el cálculo del PAC.....	85

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Crecimiento del sector construcción en el Perú, antes y después al inicio de la pandemia	6
Cuadro 2. Índice del consumo interno de cemento en el Perú	9
Cuadro 3. Venta de viviendas nuevas en Lima, en unidades	16
Cuadro 4. Principales factores restrictivos en la ejecución de obras	20
Cuadro 5. Causas de no cumplimiento en proyectos de construcción	52
Cuadro 6. Variabilidad global de la producción en proyectos de construcción	54
Cuadro 7. Estimación de la variabilidad por medio del PAC	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Bloques y sectores de la obra.....	56
Tabla 2. Ubicación del proyecto.....	59
Tabla 3. Cronograma de actividades.....	67
Tabla 4. Presupuesto de proyecto.....	68
Tabla 5. Registro del progreso del PAC durante la ejecución de obra	86

RESUMEN

La presente tesis pretende demostrar la relevancia de implementar amortiguadores de improductividad (más conocidos como buffers, de su traducción del inglés) en la programación de una obra de edificación. Mediante la comparación de una programación tradicional versus la programación con buffers, en el desarrollo de la ejecución de la obra se monitoreó las diferencias encontradas in situ, a consecuencia de la comparación de ambos modelos y su influencia en la variabilidad del proyecto. El trabajo realizado consistió en identificar las actividades representativas, que son las predecesoras de las partidas críticas de una obra con características propias. La implementación mediante esquemas y cuadros nos permitió cotejar los avances programados versus un cronograma implementado por buffers, encontrando así, significativas diferencias merecedoras de atención, discusión y evaluación; que nos permite verificar el perjuicio en la productividad por una deficiente programación de obra, basada en modelos tradicionales.

Palabras clave: Amortiguadores de improductividad, Buffers, Programación tradicional, Programación con buffers, Variabilidad del proyecto, Partidas críticas, Productividad.

ABSTRACT

This thesis aims to demonstrate the relevance of implementing non-productivity buffers (better known as buffers, from its English translation) in the programming of a building work. By comparing traditional programming versus programming with buffers, in the development of the execution of the work, the differences found in situ were monitored, as a result of the comparison of both models and their influence on the variability of the project. The work carried out consisted of identifying the representative activities, which are the predecessors of the most critical items of a work with its own characteristics. The implementation through schemes and charts allowed us to compare the programmed advances versus a schedule implemented by buffers, thus finding significant differences worthy of attention, discussion and evaluation; that allows us to verify the damage to productivity due to poor work programming, based on traditional models.

Keywords: Non-productivity buffer, Buffers, Traditional programming, Programming with buffers, Project variability, Critical items, Productivity.

INTRODUCCIÓN

Cuando a mediados de marzo del 2020, la vida de todos los peruanos entró en una etapa desconocida hasta entonces, una vida con restricciones, para ser más preciso: estado de emergencia sanitaria (...) a consecuencia de la Covid-19 a nivel nacional (en la cual nos mantenemos actualmente), pocos podrían vislumbrar el real escenario de esta denominada “nueva normalidad”. Y, no ajena es la industria de la construcción, naturalmente.

Por lo expuesto líneas arriba, se puede entender que la presente tesis ha sido elaborada considerando las restricciones provenientes del suceso referido, por lo que, se ha incidido, además del aspecto técnico, en el aspecto vivencial, el que, intrínseco a la ejecución de una obra, no puede excluirse del contexto de una pandemia sin precedentes, y teniendo en cuenta que el tema de esta tesis se enfoca en la reducción de la variabilidad de un proyecto, es oportuna la comparación de estas restricciones con las ya tradicionales limitaciones que en obra nos enfrentamos y de las que se está más familiarizado.

En los años posteriores al inicio de la “nueva normalidad”, se ha podido conocer que, por lo general, todas las obras en ejecución han debido incorporar un presupuesto para el control y monitoreo de la propagación del Covid-19, como era de esperarse.

Sin embargo, si antes ya enfrentábamos restricciones que afectando la productividad generaban demoras, improvisación y baja rentabilidad; ahora con mayor razón se debe corregir este problema de tal forma que no solo se refleje presupuestariamente, sino, programáticamente, es decir, con plazos más acordes a la realidad, un tanto conservadores, lo que no implica extenderse de manera desprolija, injustificada o contraproducente.

En mi opinión, con plazos deliberadamente optimistas, no sujetas a la realidad en obra, es tan perjudicial como un trabajo rehecho. Esto, debido a la afectación notable que conlleva las ampliaciones de plazo, conflicto con los proveedores, baja rentabilidad en el caso de las empresas, resoluciones de contratos o adendas en el caso de entidades.

Es por ello que toma importancia la implementación de buffers, un término que se supo hacer de un dominio más extensivo desde que a partir de 1992 Lauri Koskela adopta por vez primera la filosofía de Lean Production en la construcción, la cual incluye otras técnicas y modelos de producción. Por lo tanto, un modelo basado en buffers en contraste con el modelo tradicional, resulta ser más real, más predecible, y sin lugar a duda, menos variable en el tiempo.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Formulación del problema

El estudio de los métodos de trabajo se puede definir como "el análisis de todos los aspectos de un proyecto o tarea con el objetivo de realizarlo con menos esfuerzo, un menor costo, mayor seguridad y con un rendimiento mayor". Se debe entender que la meta perseguida es aumentar la productividad y disminuir los costos, sin hacer que los obreros trabajen más duro, sino que trabajen en forma más inteligente (Alarcón et al., 1989).

Por lo mencionado, es congruente señalar que, la materialización de tales escenarios está condicionada por el cumplimiento del cronograma de avance físico de una Obra, es decir, por el estado de avance: adelantado, o bien, atrasado.

En otras palabras, una deficiente programación de obra no justifica los retrasos, la baja productividad ni una ampliación de plazo.

Lo que, en cambio, si se puede evidenciar con justificada razón, es el excesivo optimismo al iniciar la obra, conociendo que las primeras partidas a ejecutar y/o valorizar, por lo general, siempre implican demoliciones, excavaciones y vaciados de

concreto simple en cimentaciones; todos estos trabajos son realizados de forma masiva aprovechando la mano de obra y equipos que están disponibles muchas veces desproporcionadamente en relación a los frentes de trabajo.

Si se toma en cuenta que la gran mayoría de los expedientes técnicos formulan estas partidas con bajos rendimientos (por lo que, si fueran aprovechadas por el ejecutor, vendrían a ser “buffers”, es decir, ganancias de tiempo) para de alguna forma compensar la sobre excavación o perfilado de taludes, dependiendo del tipo de suelo que sea el caso.

Esta “compensación”, por llamarlo de alguna manera, es el primer motivo de retrasos, aunque parezca irrelevante en un inicio, porque casi siempre se reincide en pensar que una obra es la ejecución aislada de etapas, en la que se debe finalizar una partida critica al 100% para iniciar la siguiente, y así sucesivamente; yendo en contra de la filosofía que nos enseña que un proceso eficiente y productivo se logra al pensar en un “todo integrado”, Lean Construction.

1.2 HIPÓTESIS

1.2.1 Formulación de Hipótesis

- * Si se identifican y programan “buffers” durante la ejecución de una obra, la variación entre el avance programado y ejecutado disminuirá.
- * El seguimiento e implementación de los “buffer” durante la ejecución de la obra, optimizará los tiempos de ejecución de las partidas.
- * La implementación de los “buffer” propiciará bienestar dentro del equipo de trabajo, mejorando el desempeño personal.
- * El costo adicional de la implementación de los “buffer” es menor que los sobre costos por retrasos derivados de su omisión.

1.3 FUNDAMENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL TEMA A INVESTIGAR

1.3.1 Justificación del problema

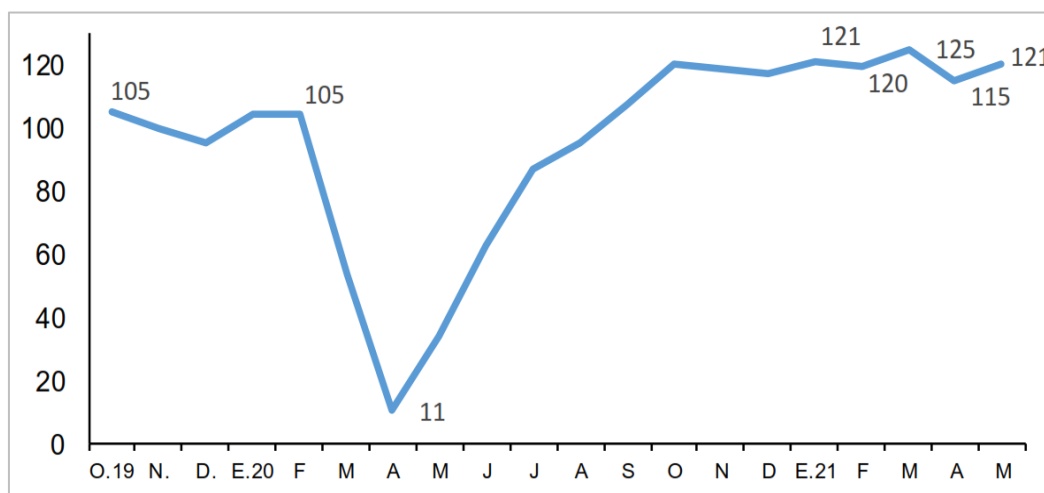
1.3.1.1 En el aspecto social

En toda ciudad, el derecho al acceso a servicios básicos, y también, la ejecución de compromisos contractuales que respeten los plazos inherentes del mismo, genera el bienestar social que permite el desarrollo y progreso de sus habitantes.

Situándonos en el contexto de la pandemia, el sector de la construcción también se vio drásticamente afectada en los primeros meses del confinamiento obligatorio, sin embargo, gracias a la reactivación económica, ha logrado reponerse manteniendo una tendencia favorable, tal como podemos observar en el cuadro 1, que muestra los índices desestacionalizados por trimestre, contando a partir de octubre del 2019 hasta mayo del 2021.

Cuadro 1

Crecimiento del sector construcción en el Perú, antes y después al inicio de la pandemia



Fuente: BCRP, 2021

Estos datos, incentivan la participación social en el rubro, ya sea directamente de forma operativa (mano de obra calificada, mano de obra especializada, etc.), o indirectamente como proveedor (servicios personales, alquiler de equipos y maquinarias, servicios de instalaciones especializadas, etc.); siendo estos los elementales componentes de un proyecto, al cual, sumado a una dirección capacitada y eficiente, se obtendrá un exitoso desenvolvimiento y el cumplimiento de sus metas.

1.3.1.2 En el aspecto ambiental

Es un deber, más que profesional, humano, promover las buenas prácticas en favor del cuidado y mantenimiento del medio ambiente.

Por eso, tengamos en cuenta que cuando una obra es ejecutada eficientemente, el área de influencia directa estará menor tiempo expuesta a agentes contaminantes provenientes de la industria de la construcción.

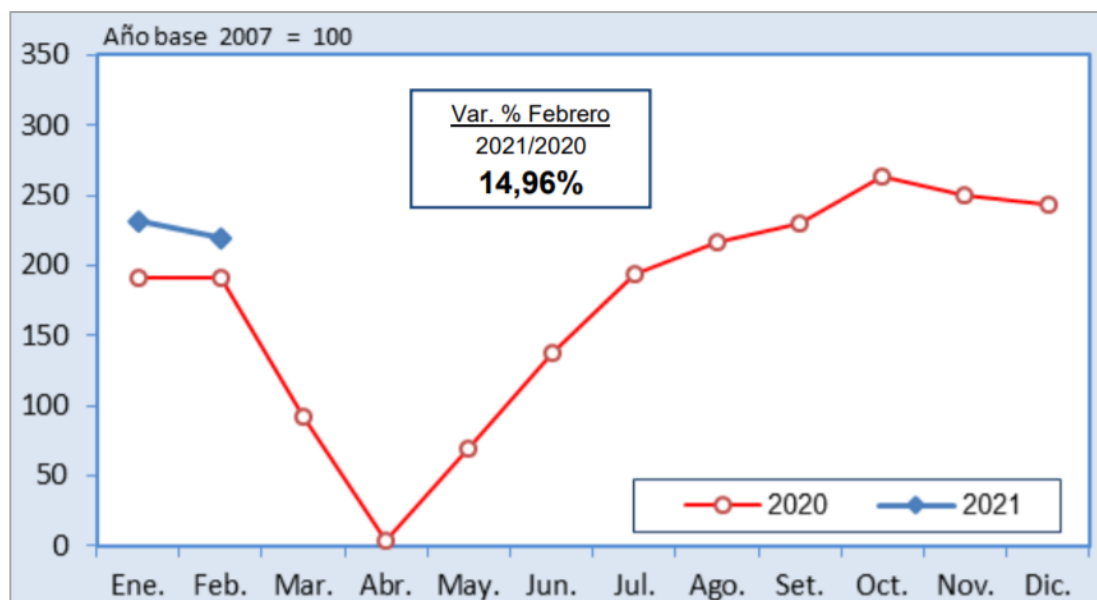
Entonces, sabiendo que el cemento es el principal agente contaminante, quienes tenemos en mayor o menor medida una relativa experiencia en campo, podemos aseverar que es una práctica recurrente y hasta infantil, por decirlo menos, el uso de cemento “técnicamente vencido” para vaciados de concreto simple.

Con esto, quiero dar a entender que la improvisada y tradicional programación de obra repercute negativamente en los esfuerzos por aminorar los gases de efecto invernadero (GEI), dado que si se llegó a los 60-90 días (tiempo estimado de duración del cemento antes de su vencimiento) sin agotar el stock de cemento, y sin tener más frentes de trabajo, evidentemente existe una irresponsabilidad. Culpar al precario modelo tradicional no solucionará nada.

Vistas las razones descritas y considerando que está en nuestras manos el uso y destino que le damos a nuestros recursos en obra, es conveniente tener en cuenta el reporte del consumo interno de cemento, tal como lo podemos observar mediante el cuadro 2. De la imagen, se puede interpretar el impacto que la pandemia tuvo desde del final del primer trimestre hasta mediados del segundo trimestre del año 2020, y a su vez, se muestra la comparación con el primer trimestre del año 2021, destacando una favorable recuperación en la producción del insumo.

Cuadro 2

Índice del consumo interno de cemento en el Perú.



Fuente: INEI - SUNAT, 2021

1.3.1.3 En el aspecto económico

La no consideración de partidas de las que no se tiene certeza si son indispensables incluirlas en una programación de obra, puede resultar peor en el desarrollo de la misma, generándose más restricciones de las que preliminarmente se pudieron estimar. Por lo que, es conveniente tomar en cuenta la célebre frase “Es mejor tener y no necesitar, que necesitar y no tener”, lo cual aplica perfectamente, siendo más conservador de lo habitual, pero salvaguardando el aspecto económico.

Por tal motivo, se debe replantear el modelo de trabajo, la programación debe converger cada vez más a la ejecución real, reduciendo las diferencias, será más controlable el desarrollo del proyecto, y, en consecuencia, sostenible económicamente.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Identificar los trabajos más restrictivos, que a su vez son los menos tomados en cuenta en la programación de una Obra.

1.4.2 Objetivos específicos

- Implementar los trabajos restrictivos en partidas de ejecución de una Obra para ser utilizados como amortiguadores (buffers).
- Determinar la relevancia de la inclusión de buffers en la programación de una Obra.
- Determinar la variación entre la programación de Obra y la ejecución real con o sin la inclusión de buffers.
- Determinar el impacto de la implementación de los buffers dentro del ámbito laboral.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El contenido de esta investigación, abarca desde la fase previa a la ejecución de obra (actos preparatorios para el inicio obra), dicha fase se sitúa en la denominada “reactivación económica” puesta en marcha en el país a mediados de julio del 2020; la investigación se extiende hasta el primer trimestre del 2021 (una época desafortunada debido al impacto de la segunda ola del Covid-19 a nivel local y nacional).

Dado así, esta tesis pretende servir de referencia para plantear un modelo de trabajo basado en reducir la variabilidad de un proyecto mediante una de las técnicas de la filosofía Lean Construction, los buffers. Por lo tanto, podrá ser útil para todo trabajador, técnico o profesional del sector de la construcción, así como también, para el personal bajo su cargo. Opcionalmente, para ser tomado en cuenta por estudiantes y público afín al desarrollo de actividades productivas, interesados en el conocimiento de esta implementación durante una de las etapas más sombrías vividas en los últimos años.

La aplicación de este modelo de programación – ejecución mediante buffers no se limita a ninguna rama de la ingeniería civil, ya sea en transportes, obras de saneamiento, irrigaciones; en todas al igual que en la rama de esta investigación (construcción) nunca se podrá prescindir de un cronograma de ejecución, sin importar que cuente o no con un ostentoso presupuesto.

La ejecución de la obra desde un inicio fue concebida siguiendo un método tradicional de trabajo, incluso si se ignorase por completo las implicancias producto de la mitigación al avance del Covid-19; aun así, ya se tenía identificado las más comunes restricciones en la ejecución de obra, pero su corrección mediante técnicas que reduzcan su impacto negativo, seguía quedando en deuda.

1.6 VARIABLES

1.6.1 Variable independiente

- Modelo de programación de un proyecto basado en buffers.

1.6.2 Variable dependiente

- Reducción de la variabilidad en el proyecto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1.1 El sector de la construcción en los últimos años:

En nuestra región, desde los primeros meses del año 2019, se evidenciaron las consecuencias de una deficiente e inescrupulosa gestión y puesta en marcha del plan de desarrollo urbano, esto muy a pesar del desmedido fenómeno de la autoconstrucción, no exime de responsabilidad a las instituciones competentes en hacer cumplir la legislación vigente al respecto. Uno de los casos más recordados es el sucedido el 30 de enero del 2019 en la asociación Nueva Barranquilla del distrito de Ciudad Nueva.

Tal como se observa en figura 1, las consecuencias conllevaron pérdidas económicas y el temor generalizado en la población afectada, por desconocer a plenitud las características técnicas de la zona que habitaban.

Figura 1

Activación del cauce del río Caramolle.



Fuente: IGP, 2021

Sim embargo, no se reportaban pérdidas humanas, y al parecer, el balance preliminar no conllevaría una gran inversión para el resarcimiento y las obras de mitigación de riesgos y mantenimientos que se debieran implementar. Aún se estaba a tiempo de prevenir los fenómenos que en un año traerían desastre y desolación en la región.

Y así, se podría seguir enumerando más casos similares de desastres que ocurrieron desde aquella fecha, sin embargo, puesto que el tema de esta investigación se ciñe al replanteo de un modelo de trabajo que se basa en implementar contingencias, amortiguadores (buffers); es conveniente situarnos en tal escenario, caracterizado por

una coincidente simultaneidad de ocurrencia de eventos que equivalen a agentes externos desfavorables (restricciones), que no hicieron más que incrementar los niveles de incertidumbre e improvisación, muy arraigados al precario rubro de la construcción en nuestra región; salvo contadas excepciones.

En el primer trimestre del año 2020, simultáneamente a la propagación del virus Covid-19 en el mundo, en nuestra localidad, se vivió coincidentemente uno de los más desastrosos fenómenos naturales, que, además de enlutar a algunas familias, provocó la paralización de las actividades económicas de los negocios adyacentes al área afectada, propició mayor congestión vehicular, y para muchos fue recibido como un llamado a la reflexión, ¿qué tanto conocemos y nos interesamos por la superficie que habitamos?

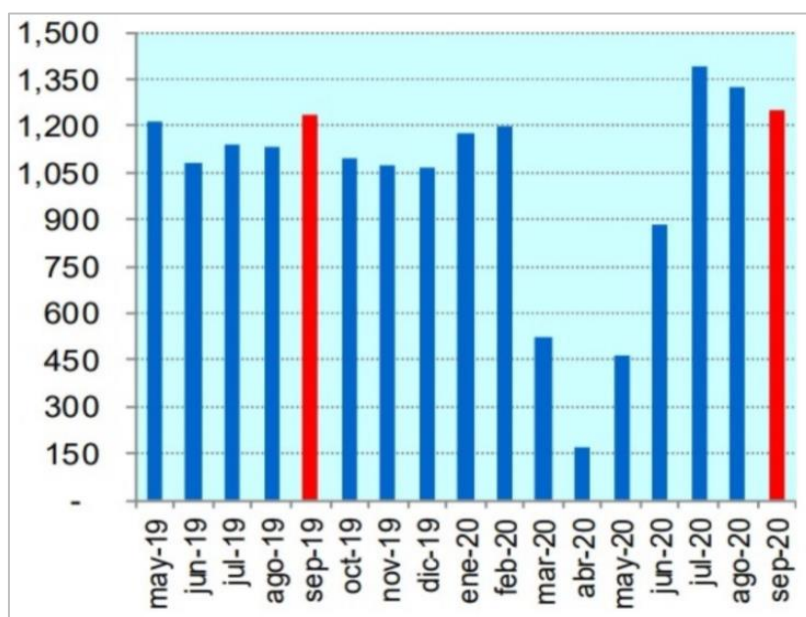
Con esa interrogante se pretende incentivar a buscar una solución a la respuesta más obvia (poco y nada), que queda evidenciara por las secuelas del siniestro. Si en general, es poco lo que conocemos de un determinado tema, pueda que a su vez se le tenga un escaso interés.

Por lo último mencionado, solo se busca llamar la atención al planteamiento de esta investigación, sin perder el enfoque, nuestro propósito es implementar un modelo de programación diferente al tradicional.

Volviendo al contexto del desarrollo de la pandemia, una vez concluida la fase de confinamiento absoluto acatara en nuestro país, mediante la reactivación económica, se retomó el avance del sector construcción, mostrando una favorable recuperación. Un ejemplo de ello es el rubro inmobiliario, reflejando un incremento del interés por adquirir nuevas viviendas, tal cual lo podemos observar en el cuadro 3, extraído de una investigación conjunta del BCR y el Scotiabank realizada en la ciudad de Lima, de donde se puede resaltar la disminución del interés en la adquisición de inmuebles en el tramo final y comienzo del primer y segundo trimestre del año 2020, respectivamente.

Cuadro 3

Venta de viviendas nuevas en Lima, en unidades.



Fuente: Estudios Económicos Scotiabank, 2020.

2.1.2 La problemática del déficit en la ejecución de obras:

Ya sea el caso que las obras sean ejecutadas por la modalidad de administración directa (entidades) o indirecta (empresas), podemos decir que el aspecto contractual es el común denominador. La administración indirecta, ya de por sí, deviene de un proceso de selección amparado por los lineamientos del OSCE (Órgano Supervisor de las Contrataciones del Estado) y está sujeta a la ley de contrataciones del Estado. Para el caso de la administración directa, en la mayoría de veces la adquisición de bienes y servicios también estará sujeta a los lineamientos y legislación mencionada.

Otra modalidad de ejecución contractual es la denominada Asociaciones Público-Privadas (APP), promovida por el Estado como alternativa para captar inversión privada. Para poder consolidar toda esta problemática, y, a su vez, no extendernos demás, tomaremos como ejemplo este último caso, del cual se han hecho investigaciones.

En una de esas investigaciones se afirma que: el problema principal de las APP son los proyectos mal estructurados, los cuales por razones políticas se lanzan de una manera muy prematura, con estudios poco definidos; y por ello, luego se requieren las adendas que, siendo necesarias para el desarrollo del proyecto, suelen ser aprovechadas por las empresas concesionarias para aumentar desmedidamente los costos. (...) en el Perú se renegocia el 80% de los contratos (Guasch, 2017).

Es relevante esta aseveración por lo demostrado en el desarrollo cotidiano del sector construcción en nuestro país, se pone de manifiesto, pero no deja de ser un dato resaltante, por lo alarmante que resulta, el porcentaje al que llega tal investigación.

Este problema lo podemos trasladar desde las grandes y ostentosas inversiones en el país: puentes, carreteras, entre otras; hasta las obras de menor envergadura, por decir de una manera.

Comprenderemos, entonces, que este comportamiento se va replicando indistintamente al nivel o modalidad de ejecución de obra, sea cual sea su complejidad. Calificaremos este fenómeno como un agente externo que inicia un camino de restricciones, un problema tan recurrente que no se debe ignorar.

2.1.3 Factores que generan más restricciones en la ejecución de Obras

Como ya se mencionó en párrafos anteriores, antes de la pandemia ya estábamos familiarizados con dificultades propias de una ejecución de obra, a estos agentes, se suman los que se produjeron a causa del mayor nivel de control de bioseguridad.

Entonces, para una mejor comprensión, mediante un cuadro de doble entrada propuesto, mencionaremos estas acciones condicionantes que están relacionadas al estado de avance de una obra en general.

Se clasifica según la naturaleza del factor y la ocurrencia de la pandemia del Covid-19. En primer lugar, tenemos dos tipos: exógenos y endógenos.

Los factores de tipo exógeno son externos a la ejecución de la obra, en consecuencia, son menos controlables, sin embargo, son más predecibles, por lo general se conoce con antelación su existencia, lo cual debiera ser motivo para una mejor planificación.

Los de tipo endógeno, son propios de la obra, surgen durante su desarrollo y está relacionado a la organización de la residencia de obra. Por ende, el área técnica es íntegramente responsable y competente en la implementación de acciones que contrarresten los efectos negativos como consecuencia de la ineficiencia e improvisación arraigado al modelo tradicional de trabajo.

A continuación, se muestra el cuadro 4 haciendo referencia a los tipos de factores más comunes en la ejecución de obras.

Cuadro 4

Principales factores restrictivos en la ejecución de obras.

	EXÓGENOS	ENDÓGENOS
ANTES DE LA COVID-19	Inexactitud y deficiencias en la elaboración del expediente técnico.	Deficiente planificación previo al inicio de obra.
	Volatilidad en los precios de mercado a nivel nacional e internacional.	La planificación se enfoca en el corto plazo sin considerar el mediano y largo plazo.
	Inoportuna labor de la inspección o supervisión de obra.	Modificaciones durante la ejecución que suelen demorar en ser implementadas.
	Condiciones climatológicas y ocurrencia de fenómenos naturales.	Falta de información relacionada a la ejecución de obra.
	Desproporcionada exigencia del cumplimiento de estándares de calidad por parte de la supervisión	Precaria organización en la dirección y control de almacén, inventarios y herramientas.
	Los costos del presupuesto base son genéricos y no contempla la real situación de la zona de ubicación.	Sobre asignación de mano de obra.
	Diseños muy complejos, especialmente en el exceso de detalles arquitectónicos.	Trabajos rehechos.
	Accesibilidad hacia la ubicación de la obra.	Falta de espacios libres en obra, malestar del personal obrero.
DURANTE LA COVID-19	Horario de trabajo restringido por el estado de emergencia: toque de queda.	Reorganización constante de los horarios de trabajo, esperas.
	Incremento de casos positivos del Covid-19: segunda ola.	Mayor nivel de exigencia para cumplir las medidas de bioseguridad, generando retrasos.

	Retraso de los proveedores en la entrega de bienes justificada por el Covid-19.	Control al ingreso y salida de la obra para trabajadores y servidores.
	Proceso de vacunación que se superponía al horario de trabajo.	Aprovechamiento inescrupuloso de trabajadores y obreros para incumplir el horario de trabajo.

2.1.4 Conceptos previos:

Buffers: La palabra en sí, proviene del idioma inglés, su traducción al español literalmente equivale a tampones, amortiguadores; aunque metafóricamente se traduce como un colchón de ayuda o un respaldo ante contingencias.

Dentro de la filosofía del Lean Construction se lo considera una herramienta que contribuye a sostener el flujo de trabajo constante, lo cual permite contar con opciones factibles ante las restricciones que genera la variabilidad en los proyectos.

Flujo de trabajo: Es de naturaleza direccional y variable, por lo que se puede idealizar como una secuencia de procesos en movimiento mediante una cadena de unidades de producción dentro de un proyecto.

Proceso: Es un conjunto de acciones relacionadas entre sí y determinada por pautas, establecidas con antelación, cuyo objetivo es la consecución de un resultado concordante a lo preestablecido.

Programación: Es una actividad de naturaleza temporal, inherente a los plazos establecidos para la ejecución de tareas pertenecientes a un proyecto, además de estar constituida por tareas, contiene duraciones, relación de precedencia e hitos.

Restricciones: Son limitaciones de carácter condicionante en relación al cumplimiento de objetivos específicos y son la causa principal de la existencia de variabilidad en los procesos de producción y construcción.

Sistema: Es el conjunto de parámetros reglas y normas reunidos premeditadamente, caracterizado por permitir el funcionamiento de un determinado grupo o elemento, de forma medible y regulable.

Variabilidad: Es la consecuencia, perceptible, de la volatilidad y fluctuación de los eventos intrínsecos al entorno en la que se desarrolla una actividad relacionada al mismo, y, que se asocia a la interacción con restricciones que influyen en el progreso de dicha actividad.

2.1.5 Estrategias para el manejo de la variabilidad

La variabilidad es percibida como la probabilidad de ocurrencia de eventos, diferentes a los previstos, debido a factores endógenos y exógenos. Estos factores no siempre son posibles de erradicar, y esto dependerá de las características del proyecto

y de su estado de avance. Por tal motivo, es recomendable considerarla durante la planificación, y así, no perjudicar el sistema de producción.

Para poder disminuir la variabilidad en los proyectos es recomendable la implementación de buffers. Los buffers, como ya se mencionó, son considerados como amortiguadores de tiempo, que se usan para contrarrestar el impacto de la variabilidad durante la ejecución de un proyecto.

De acuerdo a la teoría de restricciones, un buffer constituye un amortiguador de tiempo que es colocado intencionalmente en la programación al final de cada tarea estratégica. No existe una metodología específica para calcular un tamaño de buffer ideal y de esa forma mitigar el impacto de la variabilidad en los procesos. A pesar de ello, se puede recurrir a nuestra capacidad predictiva para estimarlos.

La variabilidad es la cualidad de no uniformidad de un conjunto de resultados (Hopp & Spearman, 2000). En otras palabras, mientras haya mayor diferencia entre los resultados obtenidos, habrá mayor variabilidad, entonces, resultados obtenidos y variabilidad serán directamente proporcionales.

En consecuencia, un proceso con tan solo una característica medible presentará una variabilidad despreciable, en cambio uno con muchas características medibles

conllevará a trabajar con múltiples variables ocasionando una tendencia a la no-uniformidad.

Durante la ejecución de obras, en campo se ha podido verificar el problema de la no uniformidad de muchas maneras: en la exactitud de las dimensiones (replanteos de planos a campo), en los rendimientos propuestos para los recursos mano de obra, equipos y maquinarias, en la resistencia de los materiales, en la homogeneidad en las excavaciones, en las propiedades físicas de las mezclas de concreto, entre otros.

La percepción de la variabilidad, dentro del contexto de la ejecución de obras, aparece en un marco conceptual incongruente e inapropiado (enfoque tradicional) con la realidad, a causa de no implementar un método de control de la productividad consistente y sumado a ello está la deficiente gestión de la producción.

Por tal motivo, es oportuno replantear el enfoque tradicional por un enfoque diferente, que se propone, permitir el desarrollo de un método más eficiente de control, gestionando y optimizando la capacidad de productividad en las obras.

Se puede inferir que la variabilidad está íntimamente relacionada con la aleatoriedad, aunque esto no debe confundirse, dado que la variabilidad también puede ser el resultado de la aleatoriedad, o en su defecto, de un control deficiente.

Muchas veces, en la ejecución de obras, se puede evidenciar, al analizar y comparar los resultados, durante la observación y medición de rendimientos en cada proceso o tareas productivas, la variabilidad que ocurre en todas estas.

Esta variabilidad, en ocasiones despreciada, tiene la particularidad de transferirse a los subsiguientes procesos, algo así como un efecto dominó, en consecuencia, a medida que se actúe con correctivos a la brevedad de ocurrida, el impacto negativo en los plazos de ejecución será menor.

Conociendo que la variabilidad, por naturaleza, es intrínseco a los procesos constructivos, podemos comprender que se tendría que planificar detalladamente una determinada cantidad de procesos y, no obstante, en el transcurso de su ejecución, asumiendo que no se ha diseñado un escenario óptimo de trabajo con pautas de control, siempre surgirá indefectiblemente la variabilidad.

Por lo mencionado líneas arriba, en referencia a la construcción de edificaciones, distinguiremos a dos tipos de variabilidad: la no planificada y la planificada; con el propósito de manejarla para contrarrestar sus efectos negativos, la transferencia a otros procesos, por ejemplo, y la afectación en el cumplimiento de la planificación.

2.1.6 La relación entre buffers y variabilidad en el proceso constructivo

Para optimizar la ejecución de una obra, debemos preliminarmente analizar los principales inconvenientes que frecuentemente solemos enfrentar.

Se debe partir de la razón principal de desarrollar el cómo enfrentar la problemática que la variabilidad genera y causa mayores plazos y costo de construcción, (Mondragón, 2003).

De acuerdo a lo propuesto por el autor, la investigación y el estudio de dicha problemática, nos ayudará mejor en entender la variabilidad y a plantear mejores soluciones en los procesos constructivos.

La experiencia en la ejecución de obras nos permite aseverar que, aunque cada una de ellas sean únicas y diferentes, sus problemas y falencias repetitivas, las asemejan.

Se debe plantear como objetivo analizar el impacto de la variabilidad en la construcción, la administración de uso buffering para proteger la variabilidad de los procesos constructivos de proyectos, describiendo los principales aspectos de una metodología de gestión apropiada de buffering en proyectos repetitivos con la utilización de las principales técnicas de control y programación en la planificación, (González & Alarcón, 2003).

Según menciona el autor, en el párrafo anterior, nos da a entender que la reducción de la variabilidad en proyectos será posible en cuanto mejor se pueda implementar una apropiada gestión buffering, la cual se debe reflejar en la programación y planificación.

En las dos últimas décadas se han hecho estudios respecto a la implementación de la gestión buffering en los proyectos, uno de los cuales propone un sistema más adecuado, con un enfoque menos tradicional al que se trabajaba.

El diseño y administración de buffers en los proyectos de construcción es un proceso de toma de decisiones que sigue un patrón intuitivo e informal similar a las tradicionales prácticas de administración de proyectos. Proponer el uso de sistemas de Simulación y Visualización de Operaciones que permitan optimizar operaciones de construcción de alto impacto en los plazos y costos de proyectos, (Rubio, 2007).

Según lo propuesto por el autor, podemos deducir que hace énfasis en la utilización de sistemas modernos como el BIM, la filosofía Lean Construction, u otros de comprobada eficiencia y calidad, puesto que persiguen el mismo objetivo de optimizar plazos y costos.

2.1.7 Concepto y tipos de buffers

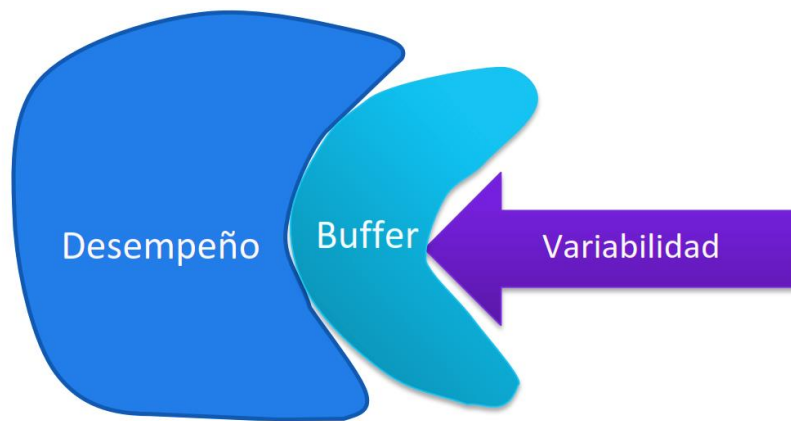
Como anteriormente ya se dijo, los buffers son idealizados como amortiguadores contra la variabilidad inherente a un determinado proceso (figura 2).

Entonces, decimos que son una alternativa propuesta a reducir la variabilidad en los procesos de construcción de proyectos de edificación, dejando claro que, los modelos analíticos se sustentan en la investigación y el estudio de casos reales, por lo tanto, dimensionar a la exactitud tamaños de Buffers óptimos es muy relativo, son aproximaciones.

Al igual lo son las metodologías empleadas en su administración. El uso de tamaños de Buffers considerables óptimos conllevará al desarrollo de programas de construcción de mejor calidad predictiva, del mismo modo, la correcta administración de buffers acrecentará el flujo de producción en la ejecución del proyecto. No obstante, la elaboración de procedimientos óptimos para dimensionar buffers requiere de un trabajo audaz y constante.

Figura 2

Proceso de producción aislado a través de un buffer.



Fuente: Horman, 2000

En los proyectos de edificaciones siempre son elementales la planificación y la programación como los pilares del éxito en cada obra, puesto que son las que determinan la velocidad de trabajo de los procesos productivos en cada etapa o fase de la ejecución de la obra.

Frecuentemente, resulta que los retrasos de plazos programados y los costos adicionales al presupuesto son la evidencia constante, en el día a día de la ejecución de obras, de la aplicación de técnicas de programación convencionales acostumbradas a despreciar la variabilidad intrínseca a los proyectos.

Actualmente en la ejecución de obras, ya es de uso extensivo la metodología propuesta por la filosofía Lean Construction, teniendo como herramienta principal el sistema Last Planner, el cual ha demostrado reducir eficientemente los efectos de la variabilidad en los proyectos, y, sin embargo, persiste cierta variabilidad que escapa muchas veces a los alcances de este sistema, y es a razón de ello la necesidad de implementar buffers como una herramienta para disminuir las consecuencias de la variabilidad.

De esta manera, se da entender el concepto de los Buffers, como una herramienta proveniente de la filosofía Lean Construction, y que propone complementar al sistema Last Planner para reducir la variabilidad en un proyecto. Es importante, entonces, definir los tres tipos de buffers en un proyecto:

- BUFFER DE TIEMPO:

Como su mismo nombre lo indica, es una cantidad de tiempo preestablecida, calculada mediante estimaciones, cuya única función es la de proveer un tiempo extra asumido (indefectiblemente ocurrirá), surgido de la necesidad preventiva de aprovechar cualquier evento de contingencia, resaltando que el plazo de ejecución de cada partida nunca podrá ser mayor al programado, consecuentemente el plazo total tampoco podrá ser mayor.

Este tipo de buffers, deliberadamente o no, es usado comúnmente en nuestro quehacer diario, en obra, por ejemplo, la programación es por lo general de 6 días con un total de 48 horas semanales, asumiendo que los sábados se trabaja a media jornada, se programa en campo el máximo avance para los primeros 5 días (lunes a viernes), dejando al sábado como el día para compensar los trabajos que se hayan podido retrasar.

Figura 3

Vaciado de concreto los días sábados usado como buffer de tiempo.



- BUFFER DE INVENTARIO:

Como lo indica su nombre, es la cantidad de materiales, equipos y maquinarias que son predispuestas intencionalmente como las reservas en caso de contingencias que puedan ralentizar el flujo de trabajo de los procesos de construcción del proyecto. Estas reservas, son estimadas cuidadosamente, partiendo de la premisa de disponer de un inventario en campo mayor a la teóricamente necesaria.

Figura 4

Disposición de paneles en campo usado como buffer de inventario.



Este tipo de buffer, frecuentemente es implementado en obra, al margen de si se tiene la convicción o no de aprovechar sus beneficios, resulta ser la consecuencia de una endeble relación de confianza entre la residencia y sus proveedores. Es, por ejemplo, el caso de los equipos livianos, al ocurrir fallas durante el horario de trabajo, se priorizará recurrir a la reserva o retén, en lugar de determinar la culpabilidad (que posteriormente deberá hacerse), evitando así más retrasos innecesarios.

- BUFFER DE CAPACIDAD:

En este tipo de buffer se hace referencia a la capacidad (recursos), que, en un escenario desfavorable, el exceso de ellos, como lo son: los materiales, equipos, maquinarias y mano de obra, deriven en pérdidas para el proyecto. Este fenómeno, a menudo resulta por la improvisación y el negligente control en la asignación de recursos por frentes de trabajo, naturalmente se hace más evidente directamente proporcional al avance de la obra en campo; mientras que en la teoría lo solemos identificar como la “sobreasignación de recursos”.

Figura 5

Nivelación y compactación de periferia usado como buffer de capacidad.



Por esa razón, es muy frecuente recurrir al replanteo interno de la programación de determinadas partidas en el proyecto, las cuales, por conveniencia serán las que estén menos vinculadas en el desarrollo de la obra.

Una manera de recurrir al buffer de capacidad de mano de obra, por ejemplo, es cuando se está previendo una potencial e inminente saturación de frentes que se sale de control, por lo que, para evitar la improvisación, se replantea posponer la preparación

y vaciado de concreto en zapatas de un bloque que se demolió parcialmente y se está reforzando; y en lugar de eso, redistribuir mejor al personal en otras actividades.

2.2 LEAN CONSTRUCTION

Dada la amplia bibliografía existente e investigaciones realizadas en referencia a la filosofía del lean Construction, en esta sección de la investigación nos ceñiremos al aspecto planificador y programático, todo aquello que se ve relacionado a la variabilidad, y específicamente, describiendo al Last Planner System, para entender la naturaleza y explicar la coexistencia de los buffers y la variabilidad en los procesos de producción ejecutados en obra.

2.2.1 Pautas implementadas en el plan y programa de Lean Construction

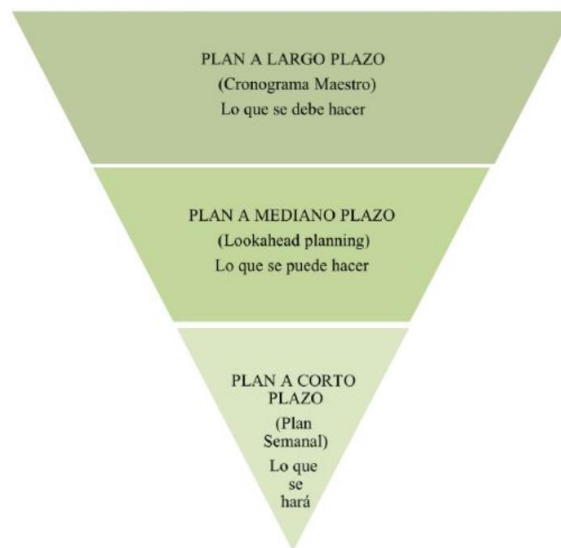
- Planeamiento y cronograma general
- Lookahead
- Análisis de actividades restrictivas
- Programación semanal
- Análisis de cumplimiento
- Porcentaje de actividades completadas (PAC)
- Causas de no cumplimiento (CNC)

2.2.2 Definición del Last Planner System

El “sistema del último planificador” es una técnica aplicada en los proyectos de construcción en las dos últimas décadas, desde que Ballard (2000) lo propuso para el control de la producción, como una mejora al sistema de programación tradicional, alternativo a la técnica PERT (Program Evaluation and Review Technique). En su investigación la variabilidad se reduce notablemente resultando en el crecimiento de la confianza en los flujos de producción.

Figura 6

Esquema de los planes en la obra.



Fuente: Miranda et al., 2019

2.2.2.1 Funciones de Last Planner System

- Incrementar la calidad del flujo de los procesos y actividades, en consecuencia, la confianza percibida de la planificación se elevará.
- Disminuir la variabilidad del flujo de producción se logra, si previamente se identifican los trabajos más restrictivos en obra.
- Complementar una programación existente, no será una limitación la etapa ni el tipo de obra en la que se tenga la convicción de implementarse, es un sistema adaptable.
- Determinar niveles de trabajo a largo, mediano y corto plazo, de esta manera comprometer la planificación en la obra.
- Determinar dentro del proyecto las responsabilidades por cada actividad definiendo lo que se ejecutará.
- Promover la integración del recurso humano dentro del proyecto, generando compromisos y respuestas concertadas entre el área técnica, personal obrero y servidores.

2.2.3 Planeamiento y cronograma general

La estructura de costos determinada en el presupuesto base aprobado para la ejecución del proyecto conjuntamente con la programación y los cronogramas de avance físico y/o valorización (según sea el caso, modalidad de ejecución de obra) serán integrados adecuándose a la capacidad, experiencia y a la situación real de la empresa y/o área ejecutora, la cual en concordancia con la supervisión de obra propondrá el plan maestro desarrollado con fuente en la información mencionada para su aprobación, resaltando la consignación de hitos.

Las actividades de duración despreciable son consideradas como acontecimientos. Si un acontecimiento es especialmente importante se denominará hito. Entonces, el programa maestro nos sirve para identificar los hitos de control de nuestro proyecto (Díaz, 2007).

Además del destacable aporte del autor mencionado en el párrafo anterior, el plan maestro deberá contemplar la necesidad de no afectar la programación fuente, que generalmente utiliza el método de la ruta crítica CPM (Critical Path Method), lo cual no impide que se planteen cambios y adecuaciones favorables para la ejecución real en la obra, previa comunicación con la supervisión, concertándose las metas o entregables en señal de compromiso de fiel cumplimiento al plan maestro.

2.2.3.1 Funciones del plan maestro:

- Determinar los principales hitos durante la ejecución de la obra, comprometiendo fechas y objetivos a cumplir por el área técnica.
- Proponer el desarrollo de actividades afines al cumplimiento de los hitos y entregables, que se tendrían que implementar.
- Designar a la persona o área responsable del cumplimiento de la planificación del proyecto, considerando la magnitud de la obra, por lo general, la función recaerá en el residente de obra.
- Organizar el aprovisionamiento de bienes y servicios, mediante requerimientos o contrataciones, según sea el tipo de ejecución de obra, para ambos casos se deberá recurrir a la capacidad y confiabilidad de los proveedores y la pericia en la gestión de procura por parte de los administradores de obra, principalmente.
- Organizar los trámites técnico-administrativos que involucren a agentes externos, instituciones de las que se dependa para hacer factible la ejecución, ya sea la obtención de licencias o permisos especiales, puntos de energía, empalme a red colectora, entre otros. Incluso puede involucrar otros sectores como PROVIAS, por citar un ejemplo.

2.2.4 Lookahead

Es una planificación intermedia al plan maestro, y a diferencia de ello, se basa en determinar las tareas, identificar procesos y subprocesos dentro del flujo de producción, por ende, la variabilidad comienza a surgir, y se evidencia en la manifestación de las restricciones.

Toda esta planificación tiene un espíritu predictivo y preventivo, es decir, se anticipa a los escenarios desfavorables para contrarrestar la ralentización proveniente de los trabajos y sucesos más restrictivos y frecuentes en la ejecución de proyectos; permitiendo de este modo asegurar un flujo de producción menos variable y con tendencia favorable.

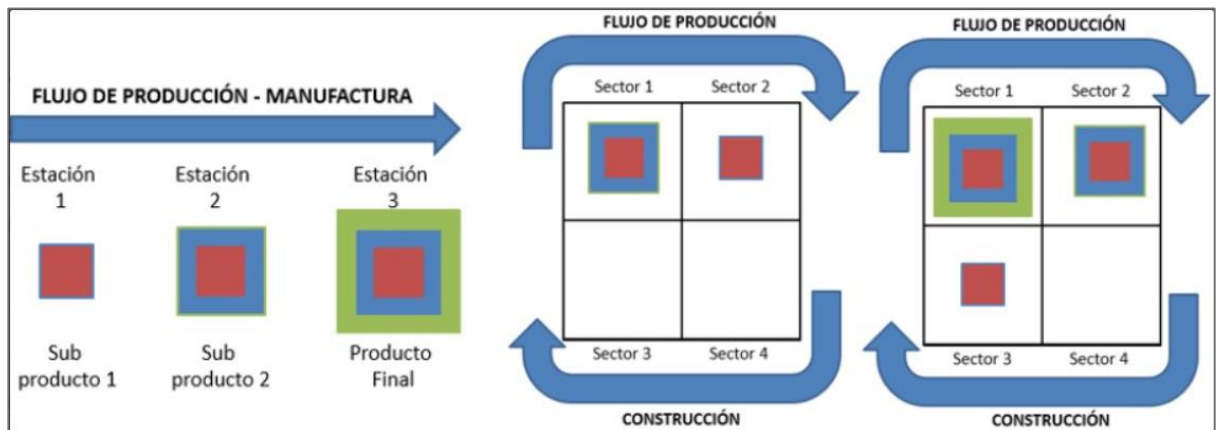
Consideremos, también, que el hecho de anticiparse no es exclusivamente para contrarrestar o tomar una postura reaccionaria, sino que, nos permite idealizar el desarrollo optimo esperado de cualquier actividad programada, consiguiendo de esta manera aproximarnos al concepto de simulación de la programación de obra.

Por otro lado, una programación intermedia puede iniciar en dos semanas y extenderse hasta las semanas que se consideren pertinentes de conformidad a la presencia de hitos y/o presentación de entregables acordados previamente en el plan maestro. Adicionalmente, se considera los tiempos ocupados en el control del flujo de

producción, es decir, ensayos, controles de calidad de materiales, mantenimientos de equipo y maquinaria, la revisión y aprobación en campo por parte de la supervisión de obra, visitas externas, entre otros.

Figura 7

Flujo de producción.



Fuente: Ramírez y Gamarra, 2020

2.2.4.1 Funciones del Lookahead

- Estimar el costo de un proceso constructivo específico, habiendo determinado, previamente, la secuencia del flujo de trabajo adecuado.

- Regular el flujo del proceso constructivo en función a la necesidad requerida sin perjuicio del desempeño individual de alguno o todos los recursos involucrados.

- Asociar, mediante vinculaciones, actividades pertenecientes al plan maestro para generar procesos repetitivos que teóricamente se pueden homogeneizar, estas fusiones serán posibles considerando el natural proceso constructivo.

- Fomentar el aprendizaje por medio de la retroalimentación, adquiriendo la experiencia de nuevos métodos constructivos continuamente.

2.2.4.2 Pautas para el desarrollo del Lookahead

- Manejo de la información para el desarrollo de actividades.
- Identificación y análisis de las actividades más restrictivas.
- Control y sostenimiento del flujo de producción y del proceso constructivo.
- Redistribución de los recursos proporcionalmente al desempeño alcanzado.

2.2.4.3 Trabajos, sucesos y actividades más restrictivas

Para esta etapa de la planificación, es conveniente explicar a mayor detalle las más comunes restricciones en la ejecución de obras, entrando en contexto a la convivencia con una pandemia, de las que ya se describió extensamente en anteriores secciones de

esta investigación, tomaremos como referencia las identificadas en el cuadro 4. En dicho cuadro de doble entrada, se clasificó según la naturaleza de tipo exógena y endógena de las acciones como factores restrictivos; adicionando las surgidas en el contexto sanitario referido. A continuación, estos factores restrictivos se integrarán según la relación causa externa-efecto interno de manera correlativa al cuadro 4.

- a) **Expediente técnico:** su elaboración basada en información inexacta, asumida y de bajo nivel de detalle, es absorbida por el área técnica que por lo general no dedica a exclusividad el tiempo necesario para detectar el 100% de las falencias, debido a priorizar la planificación previo al inicio de obra.
- b) **Aprovisionamiento y gestión de la procura:** la volatilidad del mercado nacional e internacional repercute en las adquisiciones de recursos destinados para la ejecución de procesos productivos del costo directo del proyecto, y esto se incrementa debido a un enfoque tradicional de “corto plazo”, lo cual cruza el límite de la autosuficiencia y la autogestión, cayendo a menudo en la improvisación. Y la repercusión es negativa, obviamente, no se puede decir exageradamente que es un problema determinante, pero si es uno que se podría evitar, dado que el aspecto financiero no afectará ni a la empresa o la entidad, sino que, será el proyecto en sí, quien reciba todo el efecto negativo, desde innecesarias esperas, retrasos, ampliaciones de plazo y truncamiento del flujo

de producción, puesto que como se dijo, el presupuesto no es que “faltará”, pero la disponibilidad presupuestaria muy raras veces será inmediata.

- c) **Cambios y “propuestas de mejoras” en obra:** en una actitud menos colaborativa, puede resultar incluso obstruccionista la labor de la supervisión de obra, evidenciándose cuando suelen eludir toda responsabilidad para trasladarla a un tercero, es decir, las consultas y opiniones técnicas planteadas, ya sea por el área técnica a la misma supervisión. Esto debería de ser el último recurso para evitar demoras innecesarias, sin embargo, se ha vuelto la “regla general”.
- d) **Condiciones climatológicas:** que deriven en fenómenos naturales, representan un entorno adverso, muy desfavorable, aun cuando se analice previamente la información referente al proyecto, se estará expuesto a sucesos imprevisibles. Sin embargo, el control y manejo de la información adecuada resulta una buena práctica preventiva.
- e) **Exigentes condiciones de calidad en obra:** por parte de la supervisión, efectivamente es lo correcto y parte fundamental de sus funciones, por lo cual el área técnica debe fortalecer su dominio y gestión de sus recursos, específicamente la dirección y control del almacén de obra; el cual, de estar eficientemente organizado, dotará de inventarios y herramientas en perfecto

orden y estado de conservación. Así, finalmente se evitará la innecesaria y asidua inspección del área de supervisión, que solo genera más retrasos.

- f) **El análisis de costos que se hacen por cada partida:** generalmente, suelen ser genéricos tanto en precios unitarios de materiales y de las hora-maquina, así como en los rendimientos de las cuadrillas en ciertos trabajos de producción. Sumado a ello esta, no poder disponer de un numero flexible de obreros, esto ya sea por razones de dirección empresarial, o razones político-sindicales (en obras ejecutadas por administración directa). Tal problema se refleja en la sobre asignación de mano de obra, según la categoría y/o especialidad real y necesariamente requerida por cada frente y/o unidad productiva.
- g) **Complejidad y exceso de detalles:** en el diseño, generalmente arquitectónicos, que lejos de procurar realzar la funcionalidad y seguridad de la edificación, se inclina más por la pomposidad y el lujo de sus acabados. Eso, por supuesto, no exime ni constituye excusas para el área técnica de retrasar sus trabajos, sin embargo, requiere mayor capacitación y experiencia que debe ser compartida e instruir a todo el personal involucrado para evitar trabajos rehechos a causa del desconocimiento de las nuevas tendencias en diseño de la construcción.

- h) **Accesibilidad al campamento de obra:** incluso si previamente se analizó toda la información de la zona, el estado actual del lugar destinado al campamento, se debe organizar coordinadamente con el representante o comité de seguridad y salud en el trabajo (comité de SST) para acordar el traslado en el ingreso y salida a obra, fijar las tolerancias y dejar en claro las sanciones a las que estarán sujetos, de incumplirse el acuerdo.
- i) **Fluctuación del horario de trabajo:** debido a la inmovilización social obligatoria dispuesta por el gobierno central a nivel nacional, y que se sustentaba en el nivel de alerta sanitario de nuestra región, por lo tanto, se debía tramitar los pases laborales anticipadamente y reorganizar el horario de trabajo a fin de no perjudicar al personal obrero, ni generar más demoras innecesarias.
- j) **Estricta rigurosidad de cumplimiento de las medidas de seguridad y salud en el trabajo:** motivada por el “estallido” de la segunda ola del virus del Covid-19 en nuestra región, conllevando a que se trabaje con mayor dificultad por las mascarillas, y principalmente a sustituir las bajas por descanso médico y aislamiento de casos positivos detectados. La labor del área técnica es restituir la moral resquebrajada por el impacto del virus en el entorno laboral.
- k) **Paralizaciones y/o ampliaciones:** de los procesos productivos y de los plazos de entrega de bienes requeridos, respectivamente, por parte de las industrias y

de los proveedores; quienes alegan estar sufriendo las consecuencias del Covid-19 dentro de sus unidades de producción, más aún si se trata de bienes o equipos especializados. Asimismo, el ingreso a obra de proveedores y/o servidores externos, requerirá del control respectivo, generando así más demoras.

- l) **La inmunización del personal involucrado en el proyecto:** mediante el proceso de vacunación implementado en nuestra región, simultáneamente se complementaba con la realización de pruebas de diagnóstico (de antígenos o serológicas) del Covid-19, así como la obtención de altas médicas; todo ello, debe ser monitoreado con sumo cuidado y responsabilidad, para así evitar el inescrupuloso aprovechamiento de malos elementos pertenecientes al personal del proyecto involucrado, que suele ver estos acontecimientos como una oportunidad para hacer de ello su tiempo de ocio e incumplir sus horarios de trabajo.

2.2.4.4 Inventario de Trabajos Ejecutables (ITE)

Se le llama así al conjunto de grupo de actividades, previamente identificadas y agrupadas selectivamente en función a sus similitudes de los procesos constructivos de los cuales dependan; determinados en el plan maestro, y que han

sido analizados y planificados para su ejecución en el mediano plazo (al mes siguiente inmediato, por ejemplo).

Este grupo de actividades, los podemos idealizar como paquetes de trabajo latentes, es decir, potencialmente constituyen “trabajos en proceso”; lo cual da tiempo para prevenir las acciones más restrictivas a las que puedan estar sujeto por su naturaleza constructiva, en consecuencia, liberarlas de toda restricción (relativamente, dada la naturaleza de la variabilidad).

2.2.5 Plan de trabajo semanal

Viene a ser el nivel de planificación a corto plazo, por lo tanto, todos los grupos de actividades preparadas con anterioridad, dejan de ser potenciales para convertirse en reales “trabajos en proceso”. Entonces, la labor prevalente en esta etapa es la regulación del flujo de producción y el control de calidad de las unidades de producción.

Adicionalmente, el área técnica propone las mejoras continuas basadas en la experiencia, en el aprendizaje y en la participación de todos los involucrados en el proyecto, captando todo aporte que sea relacionado al desarrollo en marcha; y primordialmente en las observaciones y absoluciones producto de inspecciones y ensayos programados.

De este modo, resulta ser una etapa de naturaleza dinámica, puesto que se superpone al control y revisión en tiempo real de un área de supervisión que cumple con complementar la labor verificadora del área técnica. Asimismo, promueve el mantener un flujo de producción más estable y previsible conociendo la situación de la capacidad productiva del proyecto.

2.2.5.1 Funciones del plan de trabajo semanal

- Elegir la cadena de trabajo más apropiada, considerando el esquema establecido en el plan maestro.
- Decidir las pautas para el manejo y control de la información del proyecto, enfocado en la aplicación del diseño propuesto.
- Distribuir conveniente y proporcionalmente los recursos en función al diseño de trabajo propuesto, ya sea el caso de bloques, sectores o frentes de trabajo; las unidades de producción deberán complementar sus especialidades.
- Calcular el metrado de trabajo a ejecutar, asumiendo una aproximación lo suficientemente justificada en la capacidad del desempeño de los recursos y en la gestión de la procura, disponibles y alcanzadas respectivamente.

2.2.5.2 Control de la planificación de trabajo semanal

- Mediante la discusión de las metas alcanzadas y el desarrollo de cada actividad en obra, por parte del área técnica y la supervisión, identificando las causas de no cumplimiento (CNC) y concertando las correcciones que se deban implementar.

- A través de instrumentos didácticos y confiables, pudiendo elegir entre el porcentaje de plan completado (PPC) u opcionalmente elegir el porcentaje de actividades completadas (PAC). La información extraída de la interpretación de ambas herramientas nos permite hacer la medición cualitativa y cuantitativa del progreso real alcanzado de la planificación semanal, dándonos luces de lo que más adelante desarrollaremos como el cálculo de la variabilidad.

- Mediante la difusión, entre todo el equipo de trabajo involucrado en el proyecto, de la información obtenida, la explicación objetiva de la interpretación de las herramientas que se mencionaron anteriormente, concientizar al grupo de las causas del avance y la variación que el proyecto posee.

- A través de un dinámico proceso de regulación de las actividades restrictivas identificadas, se pretende reducir la variabilidad en los flujos de producción del proyecto. Los nuevos planteamientos se deberán incorporar al esquema general del plan maestro.

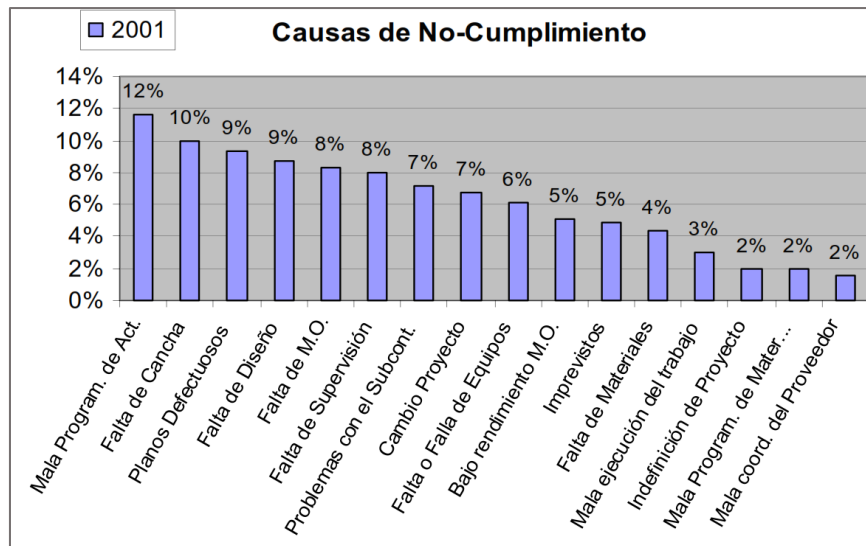
- Por medio de una actitud reflexiva, aprendiendo de las experiencias en proyectos similares y apelando a la destreza y pericia de cada integrante del área técnica; se logrará una reducción progresiva de las acciones restrictivas en el proyecto.

2.2.6 Causas de no cumplimiento

Las causas que inducen a no cumplir de manera satisfactoria el plan semanal de trabajo, son percibidas, también, como las acciones, sucesos o trabajos más restrictivos en la ejecución de partidas en la obra. Por tal motivo, las que a continuación serán mencionadas, son las que considero más comunes en las obras, y, que no están influenciadas por el tipo de construcción ni la complejidad ni envergadura de su diseño y presupuesto respectivamente.

Cuadro 5

Causas de no cumplimiento de la producción en proyectos de construcción.



Fuente: González y Alarcón, 2003

- Programación tradicional deficiente.
- Hacinamiento dentro del campamento de obra, limitación de espacios libres.
- Incompatibilidades en los planos por especialidad, o incluso por omisión de detalles.
- Inflexibilidad en el número y categoría del personal obrero.
- Discrepancias con los contratistas.
- Falta de coordinación con los proveedores.

- Desperfectos de los equipos y maquinarias.
- Rendimiento fluctuante del personal obrero.
- Desabastecimiento de materiales.
- Condiciones climáticas adversas e imprevistas.
- Ensayos, pruebas de campo y certificaciones injustificadas.
- Elusión de responsabilidades y toma de decisiones por parte del área técnica y el supervisor, buscando trasladar la responsabilidad a terceros (consultas u opiniones técnicas).

2.2.7 Porcentaje de actividades completadas (PAC)

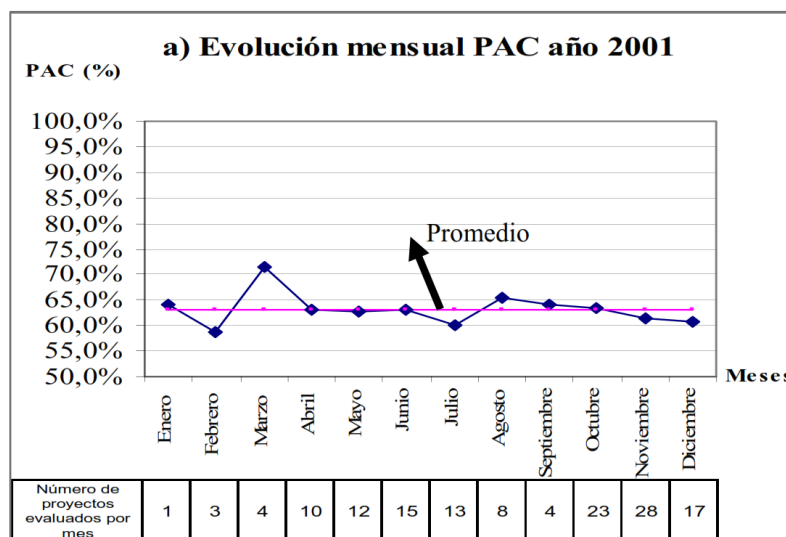
Como ya se mencionó, líneas arriba, la ejecución del plan semanal de trabajo requiere de un control adecuado mediante instrumentos que gocen de una determinada confiabilidad, tal es así, que para poder dimensionar, de manera aproximada, la variabilidad en los tiempos de proceso y/o en el flujo de producción, recurriremos al indicador resultante de dividir el número de actividades completadas entre el número de actividades planificadas dentro del plan semanal de trabajo, lo que, dicho de otro modo, nos dará un porcentaje de actividades completadas (PAC).

Es necesario, aclarar que el PAC no refleja, de ningún modo, el estado de avance físico del proyecto, puesto que se focaliza exclusivamente en el cumplimiento de compromisos establecidos en el plan de trabajo semanal, que también es otro instrumento de la planificación a corto plazo en la ejecución de proyectos.

Un claro ejemplo de presencia de la variabilidad en proyectos es el mostrado en el cuadro 6, extraída de un estudio relacionado a esta investigación, y en donde los autores referidos interpretan los porcentajes obtenidos, concluyendo que incluso aplicando el SLP (System Last Planner) en los proyectos evaluados a lo largo del referido año de estudio, prevalece una variabilidad que no puede ser contenida en su totalidad.

Cuadro 6

Variabilidad global de la producción en proyectos de construcción.



Fuente: González y Alarcón, 2003

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación es del tipo aplicada y a su vez, explicativa. A continuación, se justificarán sus características:

Investigación aplicada: porque se basa en los conceptos extraídos de anteriores investigaciones realizadas por profesionales que han desarrollado la filosofía del Lean Construction, para ser aplicados en la ejecución de obras de edificación.

Particularmente, para esta investigación, la aplicación se realizó durante el inicio de la reactivación económica del sector construcción a nivel regional y, además, durante la “segunda ola de la pandemia”; ambos sucesos fueron consecuencias de la Covid-19 vividas a nivel global.

Investigación explicativa: porque se motiva a descubrir las razones que provocaron la ocurrencia de variabilidad en la ejecución de la obra en estudio, y basándose en la obtención y procesamiento de los datos de campo, determinar el grado de afectación en el avance físico programado, y así poder explicar el impacto de las medidas implementadas.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Esta investigación se aplica en la obra denominada: “MEJORAMIENTO DE LA ATENCIÓN DE SERVICIOS DE SALUD LOS OLIVOS, DISTRITO LA YARADA LOS PALOS – PROVINCIA DE TACNA-DEPARTAMENTO DE TACNA”, la cual se divide en tres bloques:

Tabla 1

Bloques y sectores de la obra.

BLOQUE	ZONA	SUB ZONA
BLOQUE A	ADMINISTRATIVA	ADMINISTRATIVA
		SERVICIOS
		RESIDENCIA
	ADMISION	ADMISION
		SERVICIOS
	ASISTENCIAL	ASISTENCIAL
	FARMACIA	FARMACIA
	CONSULTA EXTERNA	CONSULTA EXTERNA
BLOQUE B	CONSULTA DIFERENCIADA	CONSULTA AMBULATORIA
		SERVICIOS
BLOQUE C	SERVICIOS GENERALES	SERV. COMPLEMENTARIOS
		SERVICIOS GENERALES

anteriormente mencionados, por lo cual, comprende desde el inicio de las excavaciones masivas, hasta la finalización del asentamiento de muros de albañilería confinada y vaciado de columnas y placas; quedándose todo listo para el posterior vaciado de losas aligeradas.

3.3 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS

- Materiales (Información del Expediente Técnico aprobado)

Los plazos y costos referenciales están disponibles en el Expediente Técnico aprobado, además, del cual se obtendrá la información digital para el procesamiento de datos de interés, con las que se trabajará en la presente investigación:

- Planos por especialidad
- Cronogramas de avance físico, adquisiciones
- Programación Gantt
- Otros

3.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.4.1 Características geográficas de la zona de trabajo

La extensión del terreno donde se ubica el proyecto, presenta un suelo limoso-arenoso no cohesivo en estado suelto, típico de arena de playa.

No se dispone de sistema alguno de provisión de agua potable en la zona, y obviamente, tampoco de un sistema de alcantarillado o desagüe; estableciéndose la provisión del recurso hídrico a través de los servicios de transporte de agua potable hasta la obra y en torno a la disposición de residuos sólidos se realizan por medio de precarias letrinas ubicadas en las viviendas.

3.4.2 Ubicación del Proyecto

El predio se encuentra registrado en la SUNARP, cuenta con partida Registral Nro. P20070654, uso Centro Médico.

Tabla 2

Ubicación del proyecto

Departamento	: Tacna
Provincia	: Tacna
Distrito	: La Yarada los Palos
Localidad	: Yarada Baja

LINDEROS

POR EL FRENTE	:Calle Miramar, en línea recta de 25.55 ml.
POR LA DERECHA	:Lote 9 (Otros Fines), en línea recta de 39.90 ml.
POR LA IZQUIERDA	:Lotes 10 y 7, en línea recta de 39.80 ml.
POR EL FONDO	:Calle Arica, en línea recta de 24.10 ml.

Figura 9

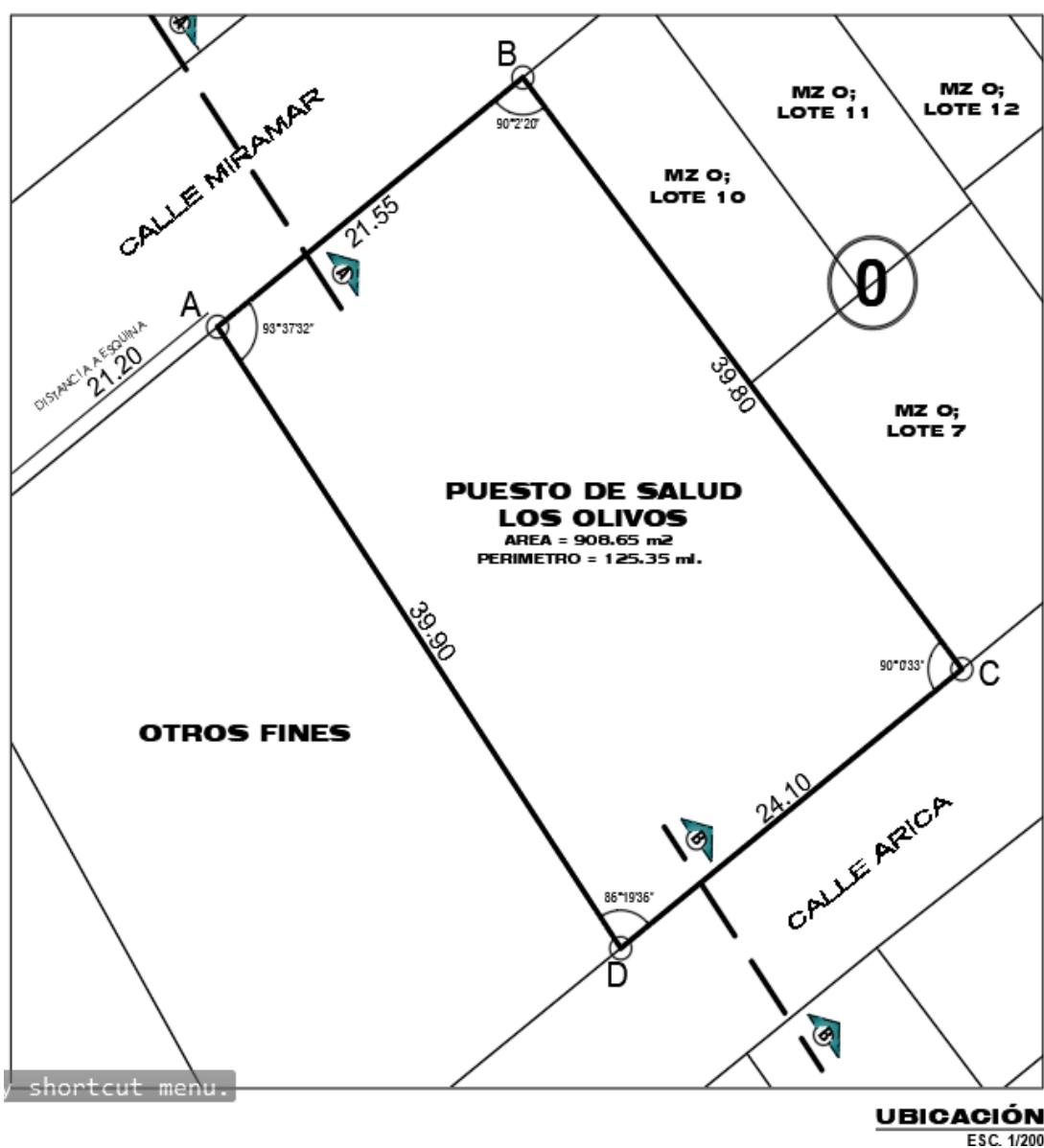
Localización del proyecto



Fuente: Expediente técnico

Figura 10

Ubicación del proyecto



Fuente: Expediente técnico

3.5 ORGANIGRAMA DE LA OBRA

a) Ing. Residente de Obra:

- Control del gasto financiero de obra, de acuerdo al analítico de gastos contemplado en el Plan de Trabajo.
- Coordinación permanente con los involucrados a la obra.
- Verificación y recepción de equipamiento ingresante a la obra.
- Control del avance físico y financiero de la obra.
- Coordinación permanente con el Inspector de Obra.

b) Asistente Técnico

- Apoyo en el control de gasto financiero de obra, de acuerdo al analítico de gastos contemplado en el Plan de Trabajo.
- Control de la programación de obra.
- Apoyo en el control de avance físico y financiero de la obra.
- Coordinación permanente con el Residente de Obra.

c) Técnico afín al desarrollo del proyecto

- Control de rendimientos de mano de obra y maquinarias.
- Coordinación con los involucrados a la obra.
- Control de la ejecución en campo de las partidas del expediente técnico.
- Coordinación permanente con el Residente de Obra.

d) Prevencionista de riesgos

- Monitorear que los desarrollos de las actividades cumplan los estándares de seguridad establecidos, basándose en los lineamientos de seguridad y salud en el trabajo, con el propósito de mantener un ambiente libre de riesgos y peligros no controlados.

e) Asistente Administrativo

- Apoyo en el control de gasto financiero de obra.
- Coordinación con los involucrados a la obra.
- Apoyo en el control de avance financiero de la obra.
- Coordinación permanente con el Residente de Obra.

f) Apoyo logístico

- Seguimiento de tramites documentarios.
- Tramite de requerimientos y adquisiciones de bienes y servicios en las oficinas respectivas.
- Apoyo en el control de avance financiero de la obra.

g) Profesional de la Salud

- Control y monitoreo de vigilancia y prevención del Covid-19.
- Suministro y orientación de materiales y procedimientos a seguir para la prevención del Covid-19, respectivamente.
- Generación de requerimientos y especificaciones técnicas para adquisición de materiales y servicios para la prevención del Covid-19.

Figura 11

Organigrama de la obra.



3.6 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el análisis de los datos obtenidos desde la base de datos del expediente técnico se tendrá:

a) Planos por especialidad

Los planos a disponer se encuentran en formato digital, mediante el uso del programa AutoCAD se obtendrá la información referencial para el análisis de las zonas a intervenir. El análisis incidirá en aquellos elementos que preliminarmente se estime con mayor nivel de restricción e influencia en la variabilidad del proyecto.

b) Presupuesto y análisis de costos

La estructura de costos, el esquema del presupuesto detallado será estudiado para identificar los procesos que más variabilidad aporten al proyecto, de la misma manera, se incidirá en aquellas partidas que influyan notablemente en el desarrollo del proyecto, por lo que sus análisis de costos estarán sujetas a evaluación permanente. Se implementarán medidas mediante el uso del programa Microsoft Excel.

c) Cronograma de avance físico de Obra

Se tomará como referencia el archivo digital (formato Microsoft Project) para ser cotejado paulatinamente con las medidas implementadas.

3.7 CRONOGRAMA Y RECURSOS

3.7.1 Cronograma de la investigación

En la presente investigación se sintetiza en una tabla 3 el cronograma de todas las actividades para la realización, hasta su culminación.

Tabla 3

Cronograma de actividades

Actividades	Meses			
	1	2	3	4
Recolección de información, identificación de partidas restrictivas				
Revisión y manejo de la información mediante el AutoCAD				
Procesamiento de los datos en formatos Excel.				
Control e implementación de acciones para la optimización (buffers)				
Evaluación y discusión de los resultados obtenidos				
Revisión de la investigación.				
Presentación de investigación.				

Recursos

En los recursos para la realización de la investigación se considerará los siguientes rubros:

Tabla 4

Presupuesto de proyecto

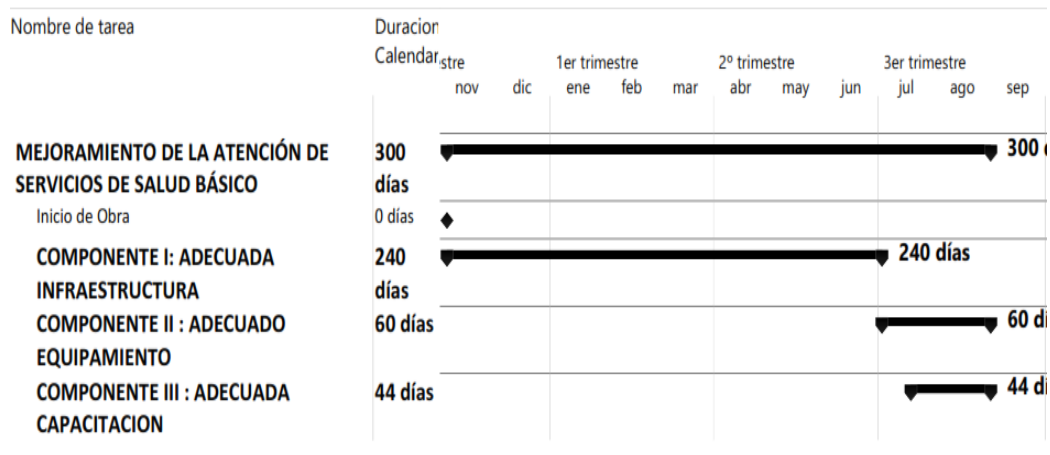
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unit. S/.	Costo Total
1. Recursos Técnicos				
Adquisición y uso de software	01	Global	300	300.00
2. Recursos administrativos y generales				
Adquisición de libros físicos	01	Libros	70	70.00
Adquisición de libros virtuales	02	Libros	80	160.00
Impresión de borrador de proyecto	02	Global	80	160.00
Impresión final de proyecto	01	Global	100	100.00
Imprevistos	01	Global	300	300.00
Subtotal S/.				1090.00
Gastos Generales (Movilización, comunicaciones y gestión de proyecto, 10%)				109.00
Costo Total S/.				1989.00

3.7.2 Cronograma del proyecto

El proyecto, en el cual se desarrolló la investigación, consta de 3 componentes, por lo tanto, es pertinente aclarar que los datos obtenidos en obra abarcan el periodo comprendido desde la fase previa a la ejecución de obra (actos preparatorios para el inicio de obra) hasta el primer trimestre de la ejecución real de la obra (finales del mes de febrero).

Figura 12

Resumen de programación de obra.

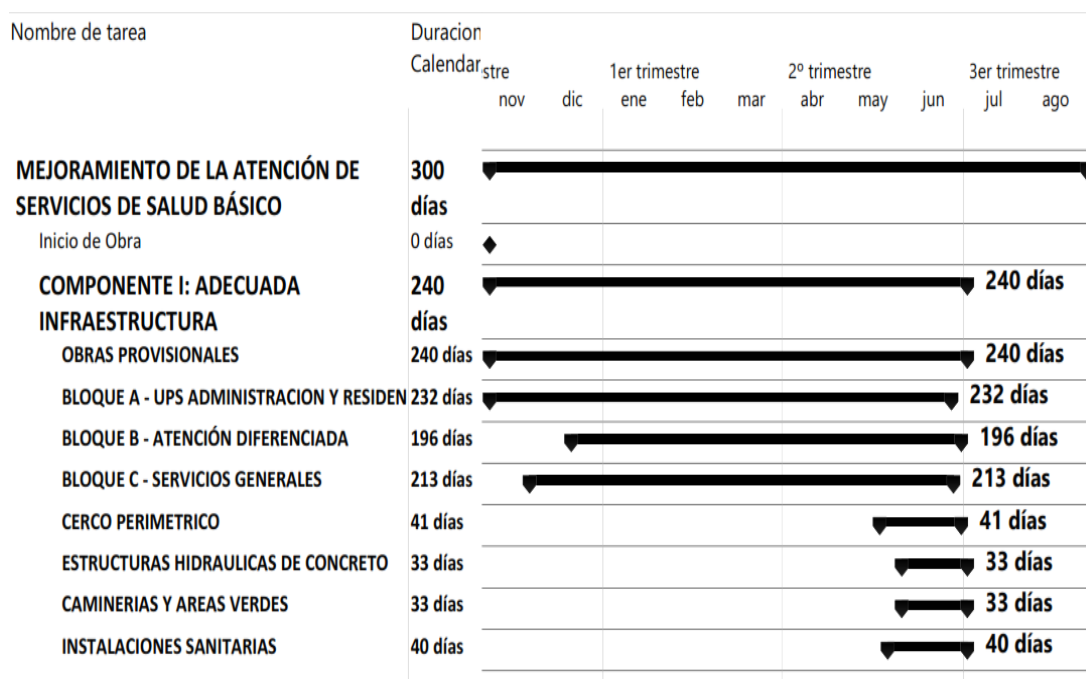


De acuerdo a la programación del expediente técnico, corresponde, entonces, la ejecución del componente de infraestructura durante el primer trimestre, no obstante;

de conformidad con la gerencia del proyecto y la supervisión, se comenzaban con las primeras diligencias necesarias para la ejecución de los demás componentes del proyecto, a medida que se avanzaba en la ejecución de la obra.

Figura 13

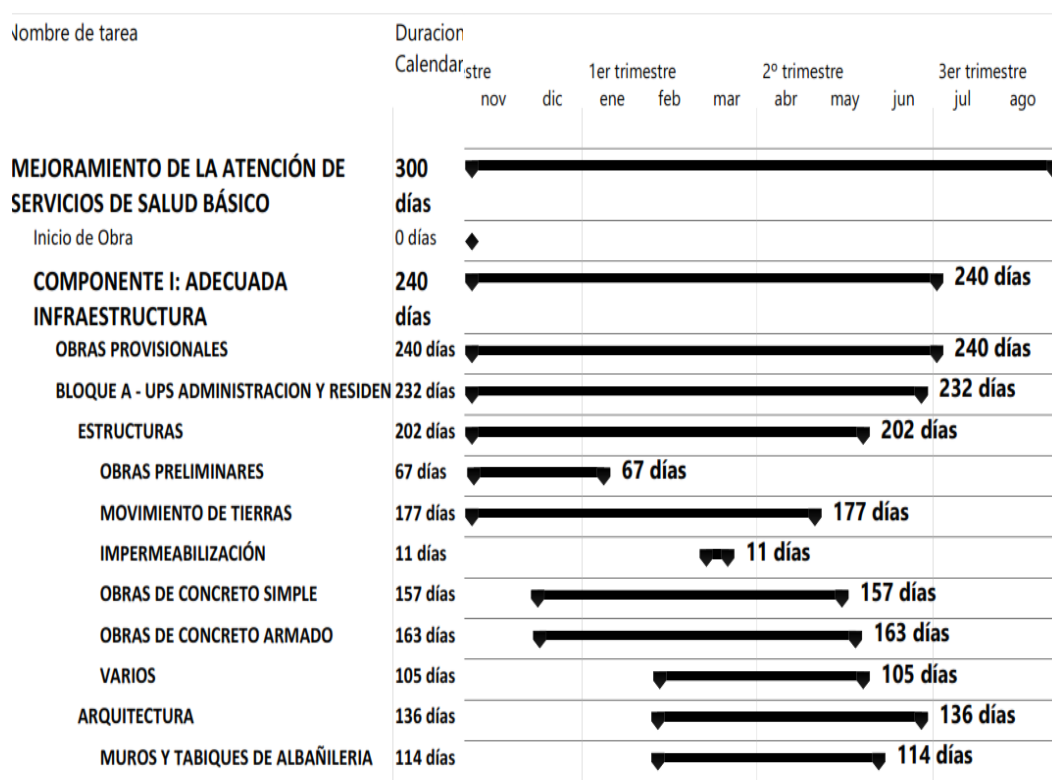
Resumen de programación del componente I.



Según se observa en la figura 13, el primer trimestre de la ejecución del proyecto se concentra exclusivamente en los bloques A, B, y C; por lo que, conociendo la complejidad del bloque A, a continuación, mediante el resumen de metas programadas, nos enfocaremos en su ejecución, control y seguimiento.

Figura 14

Resumen de programación del Bloque “A”.

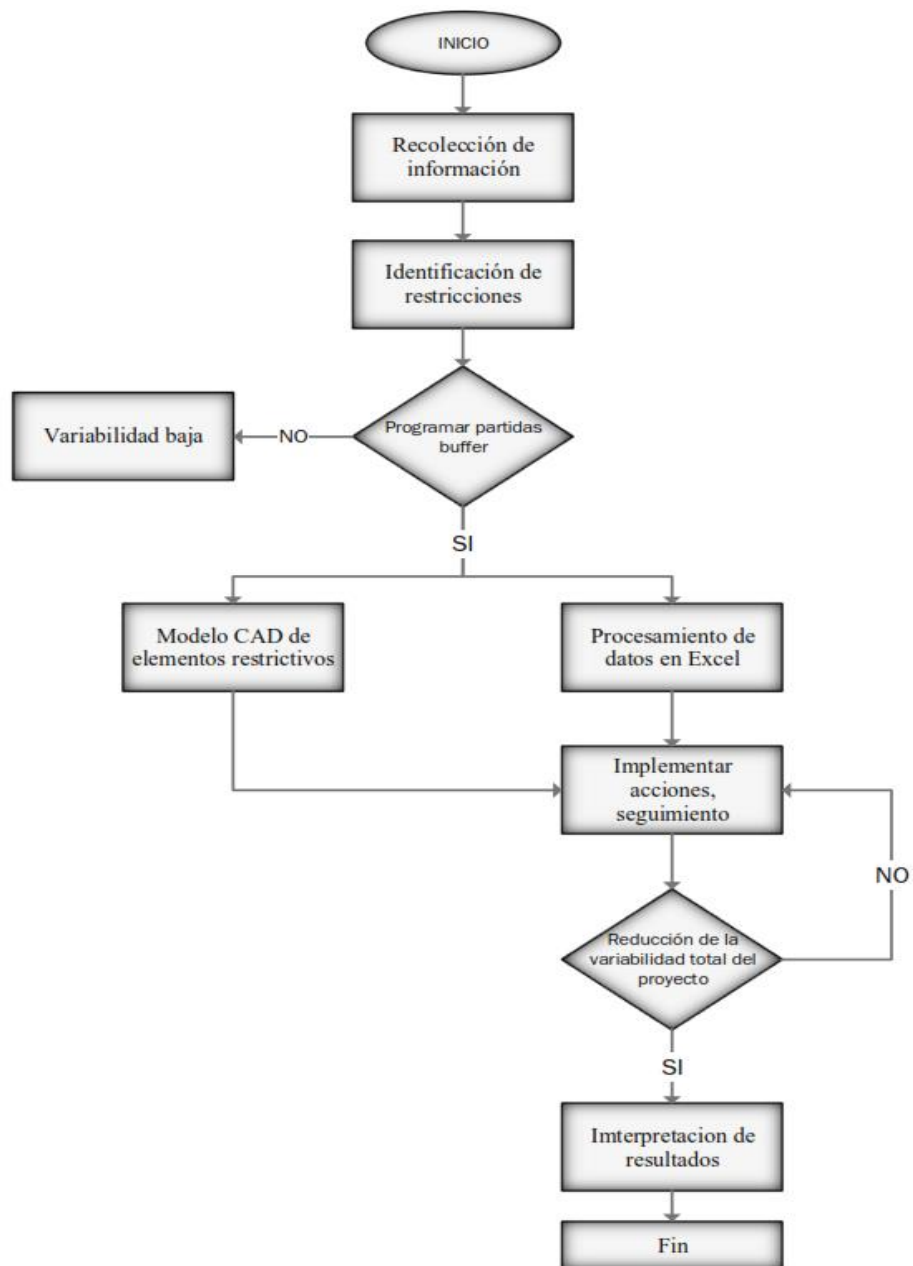


3.8 ESQUEMA DE TRABAJO

Es el modelo metodológico establecido para la consecución de los objetivos planteados en la presente investigación, por lo que, se realizarán todos pasos, de acuerdo al flujo de metodológico de trabajo mostrado en la figura 15.

Figura 15

Diagrama de flujo metodológico



CAPÍTULO IV

APLICACIÓN DE BUFFERS PARA REDUCIR LA VARIABILIDAD

4.1 EVALUACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN INICIALMENTE DESARROLLADA

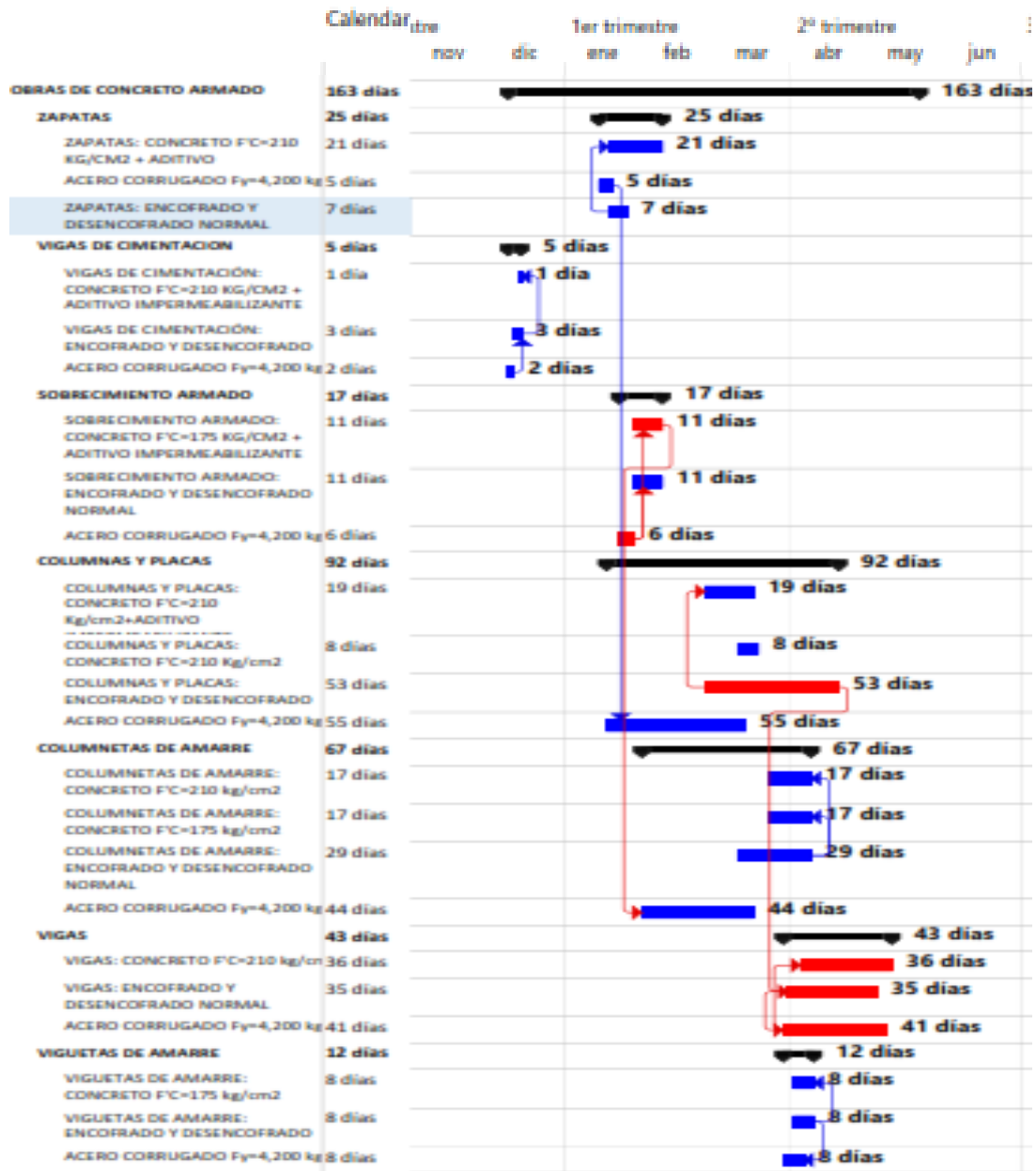
Como ya se detalló en el capítulo anterior, respecto a la programación Gantt del expediente técnico aprobado, podemos concluir que es el “bloque A” el sector que mayor avance programado tiene durante el primer trimestre de la ejecución del proyecto.

Según lo que se observa en la figura 16, la programación Gantt del “bloque A” contempla la ejecución de obras de concreto armado durante el primer trimestre, y a su vez, el asentamiento de muros de albañilería en cabeza y soga.

Se identificó, como la primera partida restrictiva, el encofrado de zapatas y se le dio una duración estimada de 7 días, en los cuales se debió prever las condiciones del terreno, caracterizado por un suelo arenoso no cohesivo.

Figura 16

Programación Gantt del “Bloque A”



4.2 ELABORACIÓN DEL PLAN MAESTRO

Se ha considerado basarse en la programación Gantt del expediente técnico. Adicionalmente, la gerencia del proyecto, en reuniones colaborativas, que por cada semana se realizaban, en vista de que existe la necesidad de tener un control permanente de la procura del proyecto, se implementaron los hitos de programación concordantes con las fechas de aprovisionamiento de los materiales más esenciales durante esta etapa de la ejecución.

Asimismo, también se toma en cuenta las partidas que, dentro del periodo de estudio, se encuentren definidas en la ruta crítica programada.

Figura 17

Hitos de control en el “Bloque A”

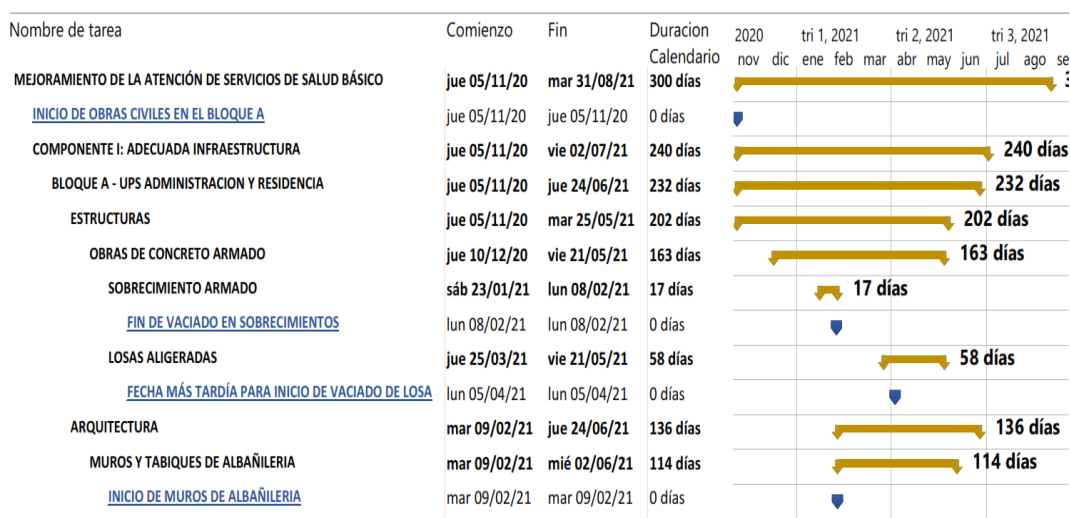
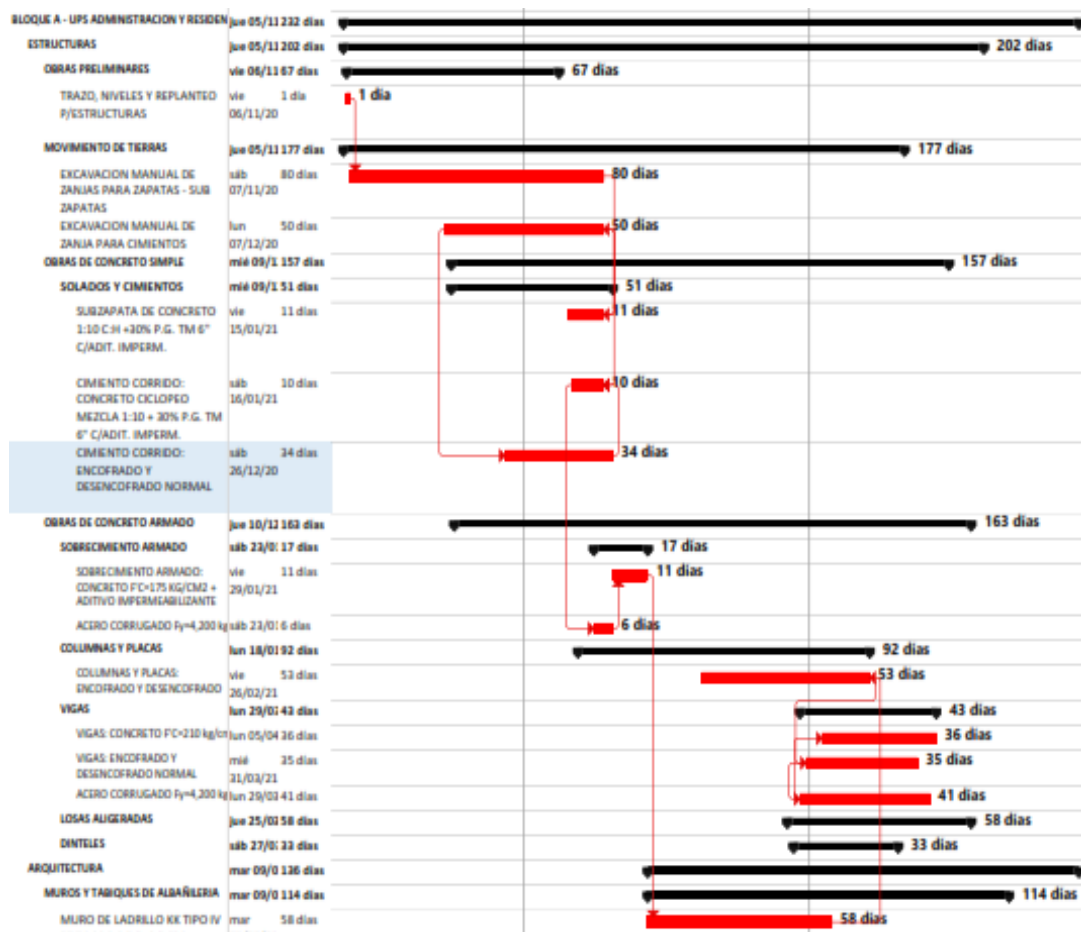


Figura 18

Partidas críticas en el “Bloque A”



4.3 DETERMINACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN INTERMEDIA

En esta etapa de la planificación del proyecto se ha redistribuido las partidas a ejecutar, de acuerdo al sector previamente definido dentro de los bloques “A y C”.

Figura 19

Programación intermedia (Lookahead)

Continúa hasta la semana 4



DESCRIPCION	UND	# Obr.	# Hrs.	Ratio Prd.	Rend. Prd.	Trabajo Prog.	Rend. Prog.	SEMANA 1							SEMANA 2						
								L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
								07-Dic	09-Dic	10-Dic	11-Dic	12-Dic			14-Dic	15-Dic	16-Dic	17-Dic	18-Dic	19-Dic	
BLOQUE A																					
EXCAVACIONES																					
TRAZOS	m2	2.00	5.00	0.20	50.00	16.00	4.00	4.00	4.00	4.00											
ZAPATAS - SUB ZAPATAS	m3	4.00	8.00	8.00	4.00	10.00	2.50	2.50	2.50	2.50											
CIMENTOS	m3	4.00	8.00	8.00	4.00	110.00	10.00							10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	5.00	
CIMENTACIONES																					
SUBZAPATAS: CONCRETO	m3	5.00	4.00	2.74	7.30	29.04	3.23	1.72	3.58						2.34	1.45					
ZAPATAS: ACERO	kg	2.00	8.00	0.07	228.57	1,065.00	76.07		75.00	70.00	85.00	85.00				55.00	70.00	75.00			
ZAPATAS: CONCRETO	m3	4.00	4.00	2.74	5.84	37.51	3.41				1.72							4.70	6.10		
CONCRETO CICLOPEO	m3	5.00	4.00	2.97	6.73	3.50	1.75														
VIGAS: ACERO	kg	2.00	8.00	0.08	200.00	383.60	76.72				111.41					84.57	95.60	70.50			
VIGAS: ENCOFRADO	m2	2.00	8.00	3.38	4.73	15.37	3.84					4.88						3.50	3.00		
VIGAS: CONCRETO	m3	4.00	4.00	2.94	5.44	1.93	1.93														
COLUMNAS Y COLUMNETAS																					
ACERO (CO)	kg	4.00	8.00	0.06	533.33	6,445.63	379.15		221.47	111.47	289.47	159.23		170.40		478.50	785.30	675.20	324.10		
ACERO (CNTA)	kg	3.00	8.00	0.05	480.00	240.00	120.00														
SOBRECIMENTOS																					
ENCOFRADO	m2	2.00	8.00	3.20	5.00	2.50	2.50														
CONCRETO	m3	4.00	4.00	3.42	4.68	0.45	0.45														

Figura 20

Programación intermedia (continuación de figura 19)

DESCRIPCION	UND	# Obr.	# Hrs.	Ratio Prd.	Rend. Prd.	Trabajo Prog.	Rend. Prog.	SEMANA 3							SEMANA 4			
								L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J
								21-Dic	22-Dic	23-Dic	24-Dic	25-Dic	26-Dic		28-Dic	29-Dic	30-Dic	31-Dic
BLOQUE A																		
EXCAVACIONES																		
TRAZOS	m2	2.00	5.00	0.20	50.00	16.00	4.00											
ZAPATAS - SUB ZAPATAS	m3	4.00	8.00	8.00	4.00	10.00	2.50											
CIMIENTOS	m3	4.00	8.00	8.00	4.00	110.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	15.00						
CIMENTACIONES																		
SUBZAPATAS: CONCRETO	m3	5.00	4.00	2.74	7.30	29.04	3.23	3.15	5.09	3.20					4.71	3.80		
ZAPATAS: ACERO	kg	2.00	8.00	0.07	228.57	1,065.00	76.07	80.00	75.00	70.00	75.00				85.00	90.00	75.00	
ZAPATAS: CONCRETO	m3	4.00	4.00	2.74	5.84	37.51	3.41	3.50	3.80	3.00	2.10				0.98	4.80	2.56	4.25
CONCRETO CICLOPEO	m3	5.00	4.00	2.97	6.73	3.50	1.75										1.75	1.75
VIGAS: ACERO	kg	2.00	8.00	0.08	200.00	383.60	76.72	21.52										
VIGAS: ENCOFRADO	m2	2.00	8.00	3.38	4.73	15.37	3.84		3.99									
VIGAS: CONCRETO	m3	4.00	4.00	2.94	5.44	1.93	1.93			1.93								
COLUMNAS Y COLUMNETAS																		
ACERO (CO)	kg	4.00	8.00	0.06	533.33	6,445.63	379.15	360.20	441.39	538.30			163.80		257.90	535.80	491.70	441.40
ACERO (CNTA)	kg	3.00	8.00	0.05	480.00	240.00	120.00										120.00	120.00
SOBRECIMENTOS																		
ENCOFRADO	m2	2.00	8.00	3.20	5.00	2.50	2.50				2.50							
CONCRETO	m3	4.00	4.00	3.42	4.68	0.45	0.45						0.45					

En las dos últimas anteriores figuras (19 y 20), se han distribuido, mediante filas todas las metas programadas para ejecutar durante el primer mes de ejecución del proyecto, correspondientes al bloque “A”.

Los colores característicos que se han asignado a los días y/o semanas y que siguen un patrón de secuencialidad, constituyen los sectores a intervenir, previamente definidos; y los valores que ahí se muestran, son los metrados correlativos al trabajo programado por cada meta.

Asimismo, las ocho (8) primeras columnas mostradas en ambas figuras, recientemente mencionadas, corresponden al procesamiento de datos obtenidos en campo, basándome en mis experiencias laborales (anteriores al inicio de esta investigación) y amparándome, también, en trabajos y tesis desarrolladas por otros autores de renombrado prestigio (acreditándose en las referencias bibliografías).

Es así, como llego a determinar el formato elegido para la programación intermedia del proyecto (de la presente investigación), quedando; a continuación, proceder a describir cada una de las ocho (8) columnas referidas anteriormente.

DESCRIPCIÓN: cómo se puede observar, se ha utilizado un criterio de agrupamiento de los procesos constructivos afines entre sí, por lo tanto, ya sea que nos situemos en el bloque “A” o en el “C”, mantendremos el mismo patrón, es decir: excavaciones, cimentaciones, columnas y, por último, sobrecimientos.

Utilizando tal criterio, es como podemos idealizar un “producto” el cual se puede “despiezar”, permitiéndonos de esta manera generar una secuencia de trabajo que genere más orden y, en consecuencia, el proceso productivo sea más controlable.

UND: como es evidente, corresponde a la unidad de medida del trabajo programado a ejecutar.

Obr.: corresponde a la cantidad de mano de obra requerida para la ejecución de la actividad programada por día (cuadrilla), naturalmente, incluye a peones, oficiales y operarios. En esta última categoría, debemos considerar la especialización en albañilería, fierrería y encofrados, tal como es nuestro caso.

#Hrs.: corresponde a la cantidad de horas-hombre requerida para la ejecución de la actividad programada por día (jornal). Evidentemente, es el total del tiempo de trabajo en conjunto que la cuadrilla necesita para culminar un trabajo determinado.

Ratio Prd.: el ratio de productividad es un indicador numérico, es un valor relativo, basado en la experiencia en campo y obras de similares características; por lo tanto, siguen siendo datos objetivos. En términos numéricos, es la relación entre la cantidad de horas que una cuadrilla requiere para ejecutar un trabajo, entre la cantidad del trabajo realizado.

Rend. Prd.: el rendimiento programado es el valor obtenido de dividir el producto de la cantidad de mano de obra (**# Obr.**) por la cantidad de horas-hombre (**#Hrs.**); entre el ratio de productividad (**Ratio Prd.**).

Trabajo Prog.: el trabajo programado es la cantidad de metrado estimada en ejecutar durante la semana, y para nuestro caso, se obtiene de la sectorización de los bloques (según el criterio de nivel de elemento, vaciado horizontal o vertical, ejes de referencia, entre otros).

Rend Prog.: el rendimiento programado es el resultado de dividir el trabajo programado (**Trabajo Prog.**) durante un determinado periodo, entre la cantidad de días efectivos laborados en ese mismo periodo de tiempo.

4.4 ELABORACIÓN DEL PLAN SEMANAL DE TRABAJO

Para esta etapa de la planificación, se ha tenido en cuenta la comparación de los avances alcanzados en la ejecución de las partidas programadas mediante el Lookahead del mes predecesor al inicio de un nuevo periodo de evaluación (se determinó, con anterioridad, periodos de 3 a 4 semanas para el desarrollo de la programación intermedia).

A continuación, se muestran los reportes obtenidos mediante el registro de datos de campo, considerándose a las presentes, como las actividades con mayor nivel de restricción, y, próximamente se cuantificará la variabilidad en el proceso constructivo que son consecuencia de la tardía toma de decisiones.

Figura 21

Reporte de avances diarios: muros en cabeza

		MURO DE LADRILLO EN CABEZA					
BLOQUE		"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA					
Descripción	Dia Nº Unidad	01-Feb	02-Feb	03-Feb	04-Feb	05-Feb	06-Feb
		d1	d2	d3	d4	d5	d6
# de Obreros	und	3.00	3.00	5.00	8.00	3.00	3.00
Horas de jornada	h	8.50	3.00	8.50	8.50	3.00	2.00
Horas hombre	hh	25.50	9.00	42.50	68.00	9.00	6.00
Horas hombre acumuladas	hh	25.50	34.50	77.00	145.00	154.00	160.00
Avance diario	m2	5.98	2.16	9.78	20.62	2.74	1.64
Metrado acumulado	m2	5.98	8.14	17.92	38.54	41.28	42.92
Ratio de productividad	hh/m2	4.26	4.17	4.35	3.30	3.28	3.66
Ratio de prod. acumulado	hh/m2	4.26	4.24	4.30	3.76	3.73	3.73

Figura 22

Reporte de avances diarios: muros en sogá

MURO DE LADRILLO EN SOGA							
BLOQUE	"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						
Descripción	Día Nº Unidad	01-Feb	02-Feb	03-Feb	04-Feb	05-Feb	06-Feb
		d1	d2	d3	d4	d5	d6
# de Obreros	und	-	-	3.00	3.00	4.00	5.00
Horas de jornada	h	-	-	8.50	2.00	8.50	5.00
Horas hombre	hh	-	-	25.50	6.00	34.00	25.00
Horas hombre acumuladas	hh	-	-	25.50	31.50	65.50	90.50
Avance diario	m2	-	-	9.35	2.11	16.03	9.03
Metrado acumulado	m2	-	-	9.35	11.46	27.49	36.52
Ratio de productividad	hh/m2	-	-	2.73	2.84	2.12	2.77
Ratio de prod. acumulado	hh/m2	-	-	2.73	2.75	2.38	2.48

Figura 23

Reporte de avances diarios: acero en vigas

ACERO EN VIGAS							
BLOQUE	"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						
Descripción	Día Nº Unidad	01-Feb	02-Feb	03-Feb	04-Feb	05-Feb	06-Feb
		d1	d2	d3	d4	d5	d6
# de Obreros	und	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00
Horas de jornada	h	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00
Horas hombre	hh	3.00	3.00	3.00	6.00	6.00	2.00
Horas hombre acumuladas	hh	3.00	6.00	9.00	15.00	21.00	23.00
Avance diario	kg	42.30	35.60	38.90	78.60	84.20	31.26
Avance acumulado	kg	42.30	77.90	116.80	195.40	279.60	310.86
Ratio de productividad	hh/kg	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07	0.06
Ratio de prod. acumulado	hh/kg	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07

4.5 DETERMINACIÓN DE LOS BUFFERS A IMPLEMENTAR

Los buffers a implementar se han determinado en función del análisis y discusión de los resultados obtenidos de la evaluación de los planes semanales ejecutados.

Figura 24

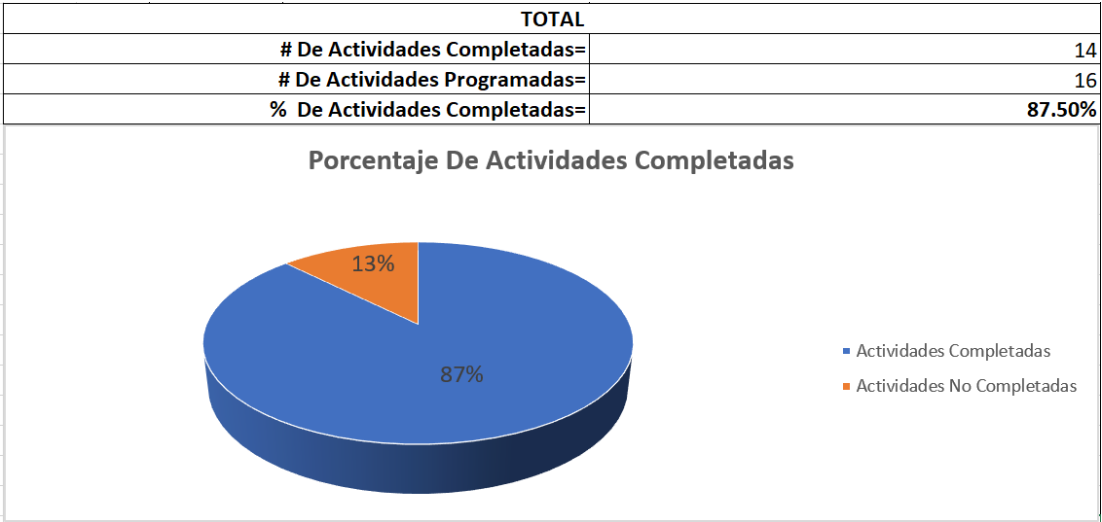
Formato implementado para buffers

¿Trabajo completado?		Agente restrictivo	Causa de No Cumplimiento	Buffer sugerido
SI	NO			
X				
X				
X				
	X	Area Tecnica	Incompatibilidades en los planos, los detalles de planos son escasos	Inventario: Aprovisionar, distribuir e informar respecto a los nuevos replanteos (planos de detalle aprobados) en coordinacion con el area de supervision
	X	Area Tecnica	Sobre-excavacion provoca encofrados no previstos para las zapatas	Capacidad: Al no disponerse un stock en almacen de madera para encofrado, incrementar la cuadrilla de fierreteria para armado de columnas
X				
X				

4.6 CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE ACTIVIDADES COMPLETADAS (PAC)

Desde la primera semana de ejecución del proyecto, se ha mantenido el registro y seguimiento de las actividades programadas. Razón por la cual, a continuación, una muestra del control de actividades programadas.

Figura 25
Formato implementado para el cálculo del PAC



4.7 INTERPRETACIÓN DE LOS VALORES OBTENIDOS

La investigación realizara comprendió una totalidad de 12 semanas en las que continuamente se verificaban el cumplimiento de los acuerdos y compromisos entre área técnica y los trabajadores para el logro de las metas propuestas

Tabla 5

Registro del progreso del PAC durante la ejecución de obra.

Semana	Inicio	Fin	Actividades Programadas	Actividades Prog. Acumuladas	Actividades Ejecutadas	Actividades Ejec. Acumuladas	PAC Semanal	PAC Semanal Acumulado	PAC Meta
S- 1	07-Dic	12-Dic	15	15	9	9	60.00%	60.00%	80.00%
S- 2	14-Dic	19-Dic	14	29	10	19	71.43%	65.52%	80.00%
S- 3	21-Dic	26-Dic	10	39	7	26	70.00%	66.67%	80.00%
S- 4	28-Dic	02-Ene	11	50	8	34	72.73%	68.00%	80.00%
S- 5	04-Ene	09-Ene	22	72	18	52	81.82%	72.22%	80.00%
S- 6	11-Ene	16-Ene	23	95	19	71	82.61%	74.74%	80.00%
S- 7	18-Ene	23-Ene	26	121	21	92	80.77%	76.03%	80.00%
S- 8	25-Ene	30-Ene	27	148	22	114	81.48%	77.03%	80.00%
S- 9	01-Feb	06-Feb	22	170	18	132	81.82%	77.65%	80.00%
S- 10	08-Feb	13-Feb	28	198	24	156	85.71%	78.79%	80.00%
S- 11	15-Feb	20-Feb	24	222	21	177	87.50%	79.73%	80.00%
S- 12	22-Feb	27-Feb	21	243	19	196	90.48%	80.66%	80.00%

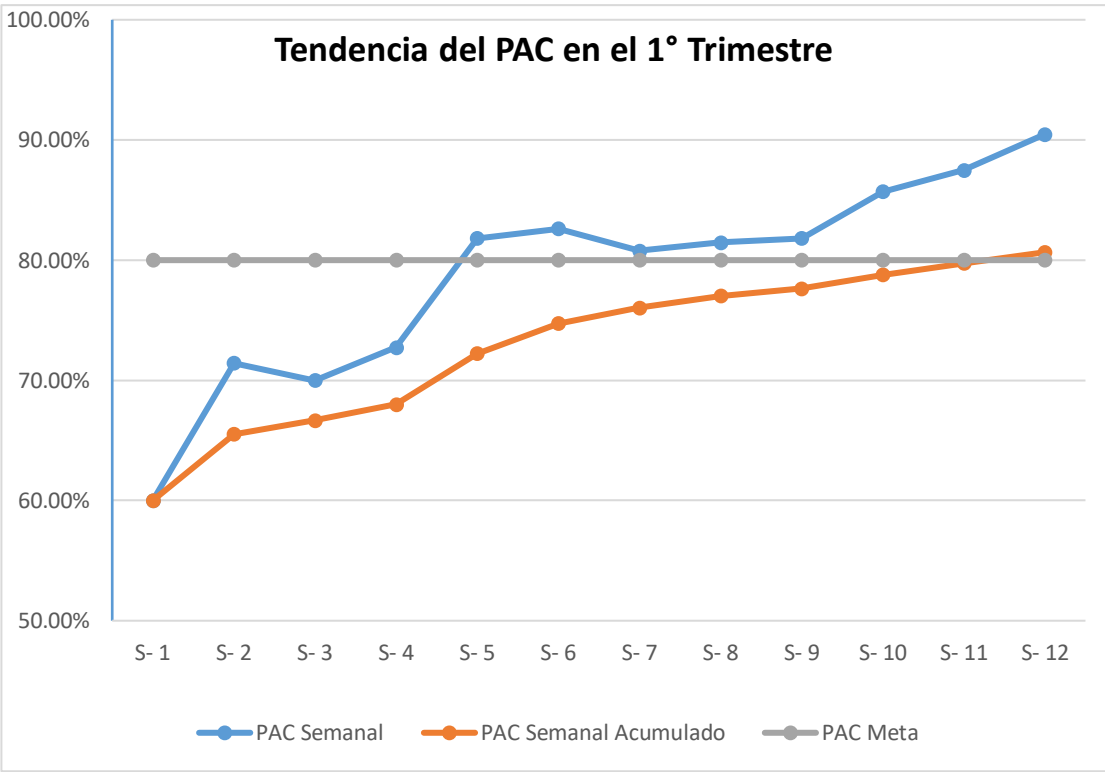
Según los valores indicados en la tabla 5, por cada semana de la investigación, las actividades programadas han sido cotejadas con su correlativa cantidad de actividades ejecutadas, por lo tanto, se está haciendo uso del PAC como herramienta de control cualitativo, porque nos permite identificar que partidas no

se llegaron a ejecutar al 100% de su meta programada; y cuantitativamente, porque nos permite conocer el porcentaje de cumplimiento semanal.

Respecto a lo último mencionado, es necesario indicar que el PAC propuesto como meta es no menor al 80%, y en relación a este valor se puede hacer el seguimiento y medición de la variabilidad en la línea de tiempo trazada.

Cuadro 7

Estimación de la variabilidad por medio del PAC.



La gráfica mostrada en el cuadro 7, describe con claridad la tendencia seguida durante el desarrollo de la investigación, y a medida que se implementaban los buffers necesarios, la variabilidad respecto del porcentaje de actividades completadas (PAC) por semana se va reduciendo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se identificaron los trabajos más restrictivos durante la ejecución de la Obra, los cuales fueron tomados como muestra en los Bloques “A” y “C”.
- Se implementaron los trabajos restrictivos en partidas, durante la ejecución de la Obra, y se procedió al registro de datos mediante formatos que se enfocaron en conocer el desempeño ofrecido por los recursos empleados para su ejecución. Se utilizaron buffers para contrarrestar sus efectos.
- Se determinó la importancia de la inclusión de buffers en la programación de una Obra para prevenir y predecir las falencias y soluciones; respectivamente, reduciendo significativamente la variabilidad del proyecto.
- Se determinó la variación entre la programación de Obra y la ejecución real con la inclusión de buffers, mediante la utilización del PAC; como herramienta de control y monitoreo semanal de los logros alcanzados.

- Se determinó que la implementación de buffers favorece notablemente el bienestar del grupo de trabajo, incentivando a fortalecer los compromisos entre los integrantes del área técnica, el personal obrero, proveedores y servidores.

RECOMENDACIONES

- Continuar identificando trabajos que sean restrictivos durante la ejecución de obras, ya sea el tipo, nivel o etapa de la construcción en que se encuentre, puesto que, de acuerdo a las conclusiones establecidas en esta investigación, se logrará mejores progresos y resultados deseados.
- Seguir con el estudio, aplicación e investigaciones respecto a la implementación de buffers en proyectos u obras; conociendo los resultados favorables que se obtienen, tal como es el caso de esta investigación.
- Investigar al respecto de los métodos de programación y planificación en la actualidad que, en nuestro medio local o nacional, se estén desarrollando;

y, según las conclusiones de esta investigación, conocer más de la relevancia de los buffers en la programación de proyectos.

- Mejorar el control de la variación entre la programación y la ejecución de una obra implementada con buffers, considerando que en esta investigación se utilizó el PAC como herramienta de control, se sugiere, para próximas investigaciones, utilizar instrumentos que nos aproximen más a reducir la variabilidad del proyecto.
- Promover el uso de buffers en la ejecución de proyectos, e incentivar a conocer más al respecto del tema u afines, puesto que, el beneficio también involucra al recurso humano, comprometido en la empresa o entidad, al que se potenciarán las capacidades y sentido de pertenencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, L, Martínez, Luis. (1988). *“Programas de mejoramiento de la productividad para obras de construcción”*. Revista de Ingeniería de Construcción, N°5. Santiago.
- Álvarez, L. (2018). *“Implementación del Last Planner System® en la construcción de un edificio multifamiliar, usando el índice de desempeño del cronograma SPI”* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna.
- Brioso, X. (2015). *“El análisis de la construcción sin pérdidas (Lean Construction) y su relación con el Project & Construction Management: Propuesta de regulación en España y su inclusión en La Ley de la Ordenación de la Edificación”* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid- Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Madrid.
- Buleje, K. (2012). *“Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía lean construcción”* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.

- Castillo, J. (2015). *“Planificación 4D en la obra de edificación Villa Municipal”* (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego. Piura.
- Choquesa, L. (2019). *“Mejora de la productividad en proyectos de edificación mediante el sistema de gestión BIM-LEAN”* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna.
- Huatuco, D. (2017). *“Utilización de un buffer en la variabilidad de los procesos constructivos de una presa hidroenergética”* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Huancayo.
- Koskela, L. (2000). *“An exploration towards a production theory and its application to construction”* (Tesis doctoral). Tesis doctoral. Technical Research Centre of Finland, Espoo.
- Mojica, A. Valencia, D (2012). *“Implementación de las metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá”* (Tesis de pregrado) Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- Mora, J. (2012). *“Medición y análisis de productividad de tres actividades en la construcción de un centro de distribución de 54000m2.”* (Proyecto de

graduación). Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería en Construcción. Costa Rica.

- Quispe, H. Morán, L (2014). *“Estudio de la productividad en la partida de estructuras 1°-3° piso, de la construcción del edificio multifamiliar residencial Heredia en la Ciudad de Trujillo”* (Tesis de pregrado) Universidad Privada Antenor Orrego.Trujillo.
- Paxi, A. (2015). *“Propuesta metodológica para la mejora de la planificación, programación y control de obras de construcción aplicando la interacción de las herramientas de Lean Construction y Building Information Modeling (BIM)”* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna.

ANEXOS

ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA PROYECTOS DE TESIS

MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA PROYECTOS DE TESIS

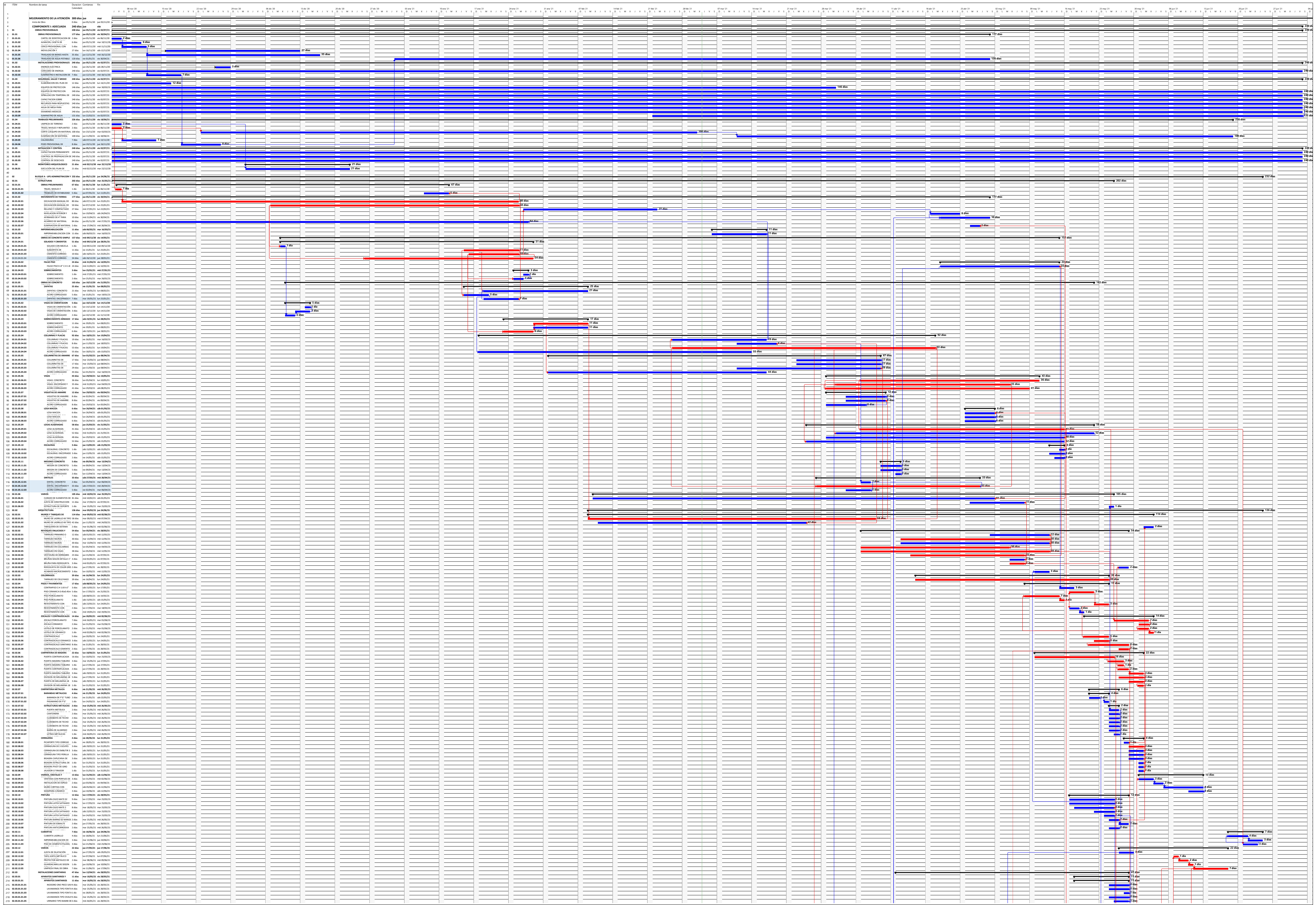
Título de tesis: “REDUCCIÓN DE LA VARIABILIDAD EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE BUFFERS”

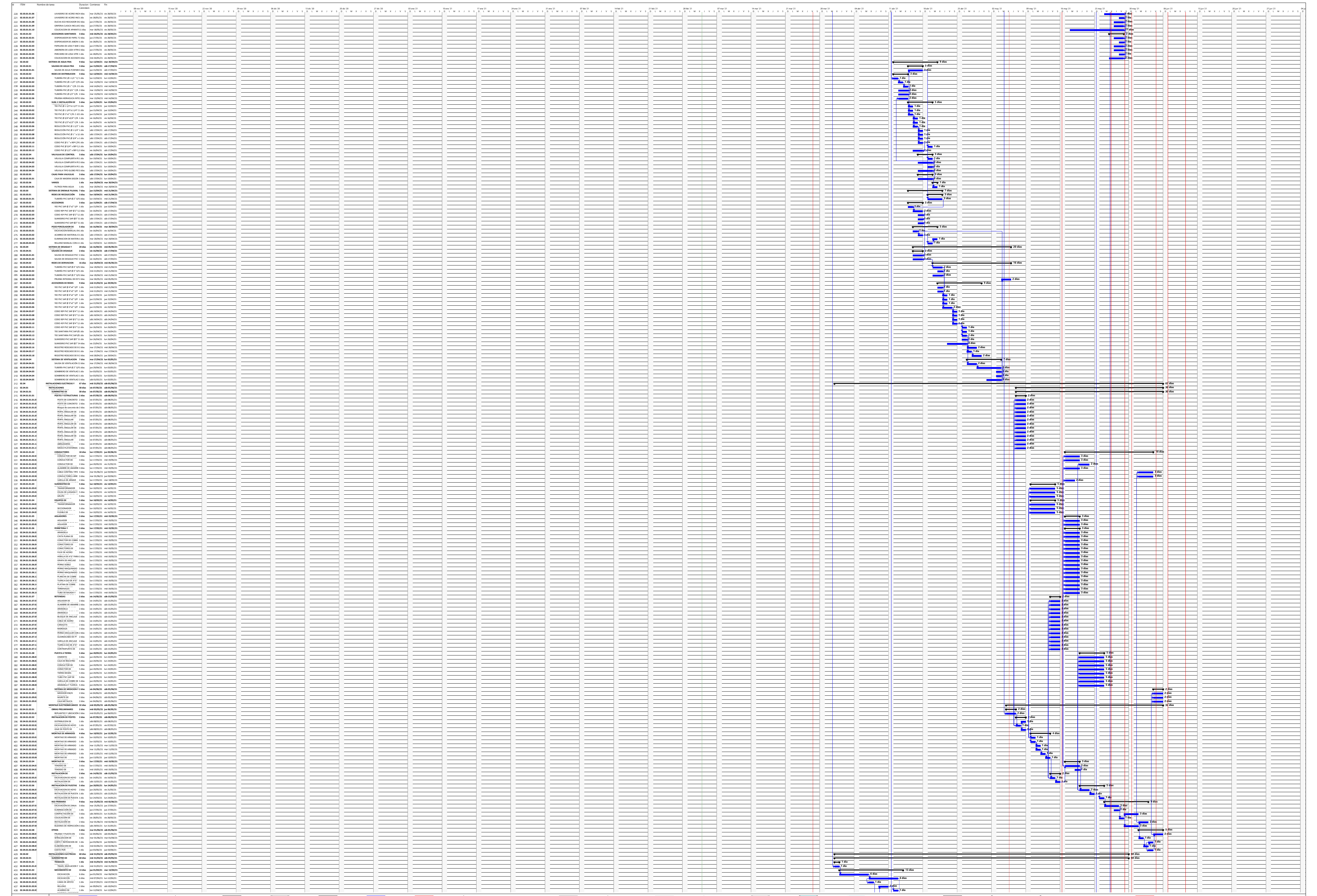
Universidad: UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

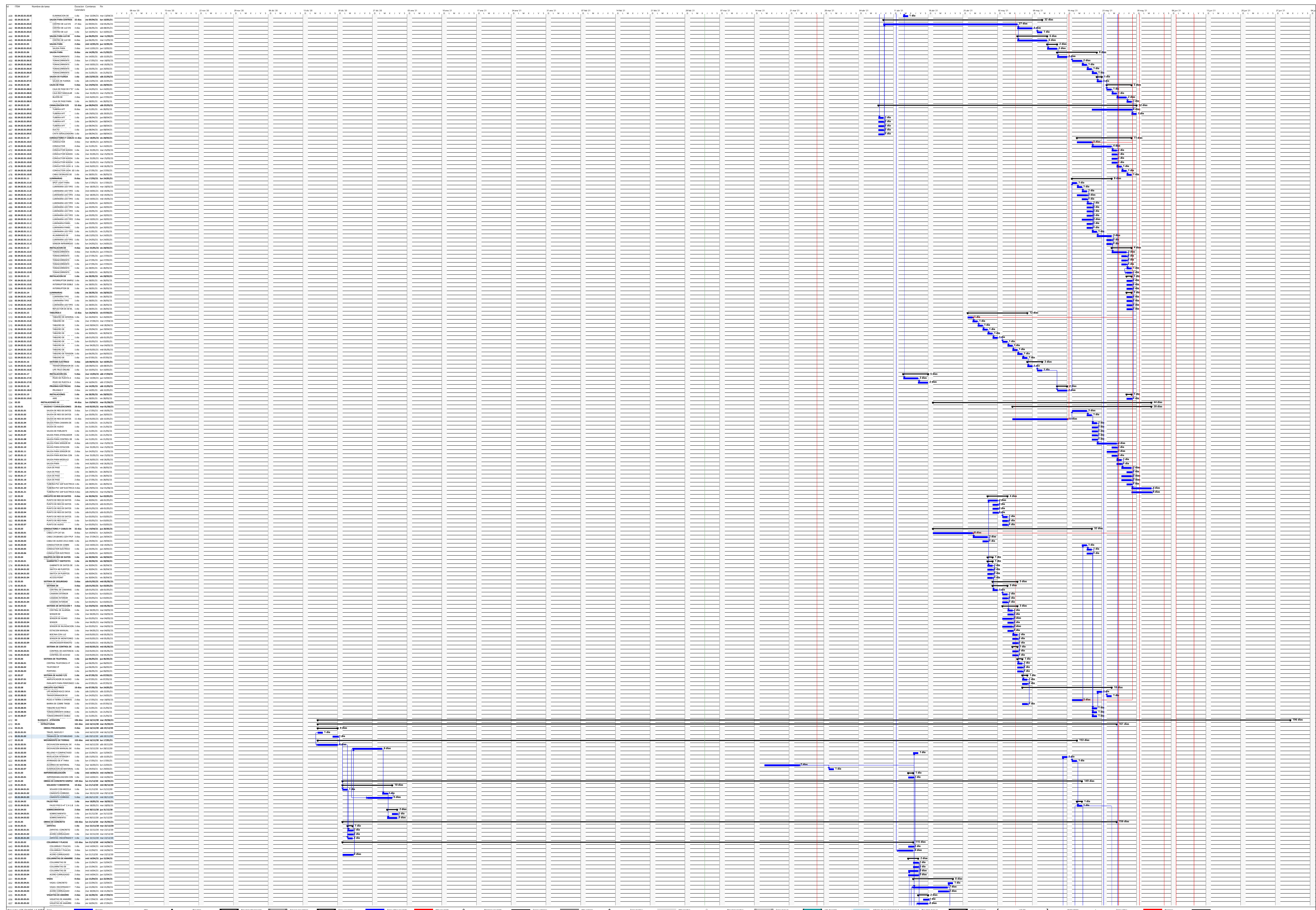
Nombre y apellidos del tesista: Marco Antonio Mamani Maque

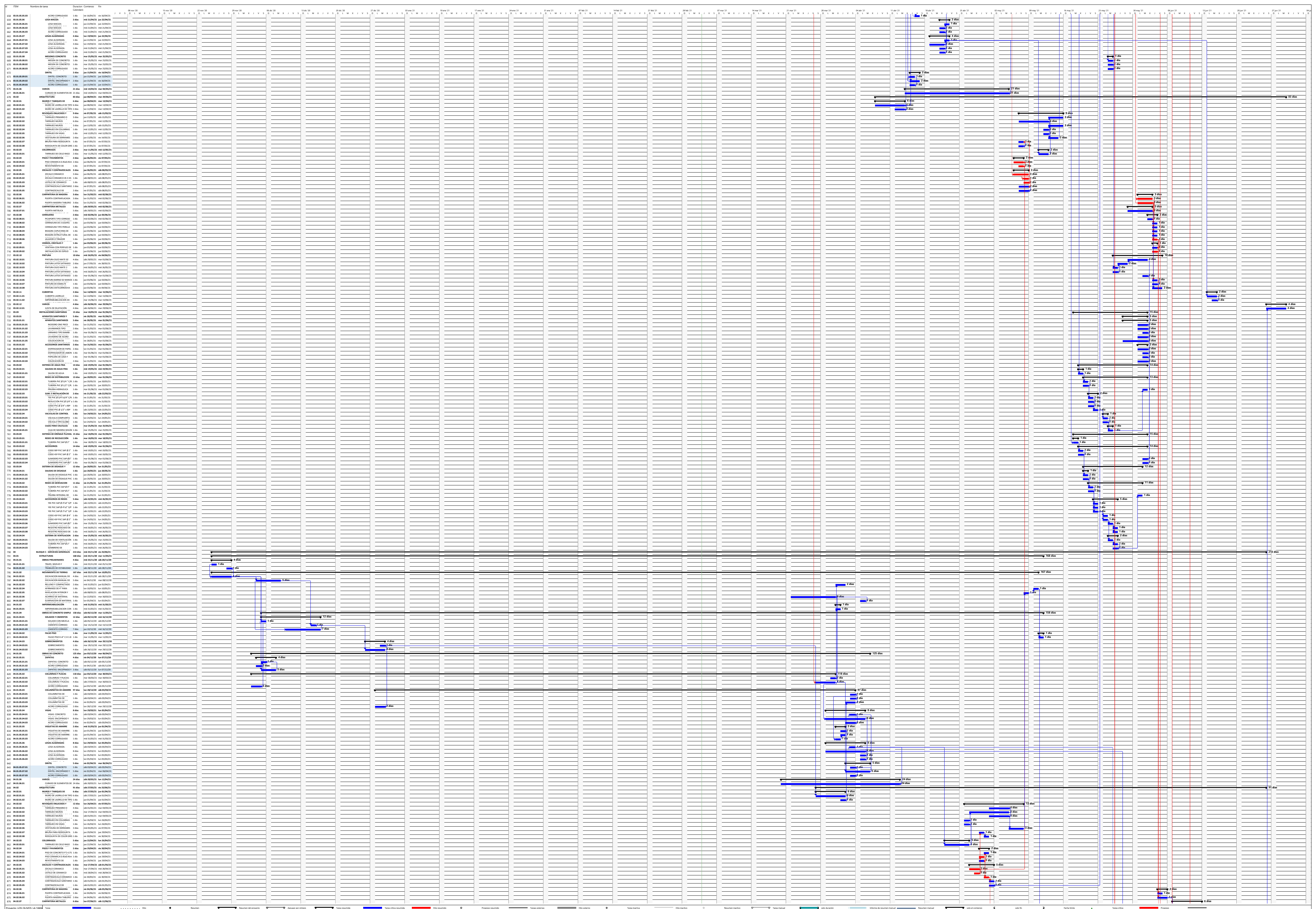
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE
Existe una deficiente programación de obra, baja productividad por pensar que una obra es la ejecución aislada de etapas, en la que se debe finalizar una partida crítica al 100% para iniciar la siguiente, y así sucesivamente; yendo en contra de la filosofía que nos enseña que un proceso eficiente y productivo se logra al pensar en un “todo integrado”, Lean Construction.	Identificar los trabajos más restrictivos, que a su vez son los menos tomados en cuenta en la programación de una Obra.	El conocimiento y aplicación de buffers durante la programación y ejecución de un proyecto, contribuye a la mejora de la productividad.	X1: Modelo de programación de un proyecto basado en buffers.	Comparación de la programación tradicional versus el propuesto
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE
	OE 01:	H 01:	Y1: Reducción de la variabilidad en el proyecto.	Elaboración de fichas de registros de datos del avance real en campo de las partidas más restrictivas, sectorización y tren de actividades, plan maestro, lookahead, planes semanales, análisis de las causas de no cumplimiento de actividades, fichas de buffers implementados por partidas, gráficas de PAC, trazabilidad del PAC.
	Implementar los trabajos restrictivos en partidas de ejecución de una Obra para ser utilizados como amortiguadores (buffers).	Si se identifican y programan “buffers” durante la ejecución de una obra, la variación entre el avance programado y ejecutado disminuirá.		
	OE 02:	H 02:		
	Determinar la relevancia de la inclusión de buffers en la programación de una Obra.	El seguimiento e implementación de los “buffer” durante la ejecución de la obra, optimizará los tiempos de ejecución de las partidas.		
	OE 03:	H 03:		
	Determinar la variación entre la programación de Obra y la ejecución real con o sin la inclusión de buffers.	La implementación de los “buffer” propiciará bienestar dentro del equipo de trabajo, mejorando el desempeño personal.		
	OE 04:	H 04:		
	Determinar el impacto de la implementación de los buffers dentro del ámbito laboral.	El costo adicional de la implementación de los “buffer” es menor que los sobre costos por retrasos derivados de su omisión.		

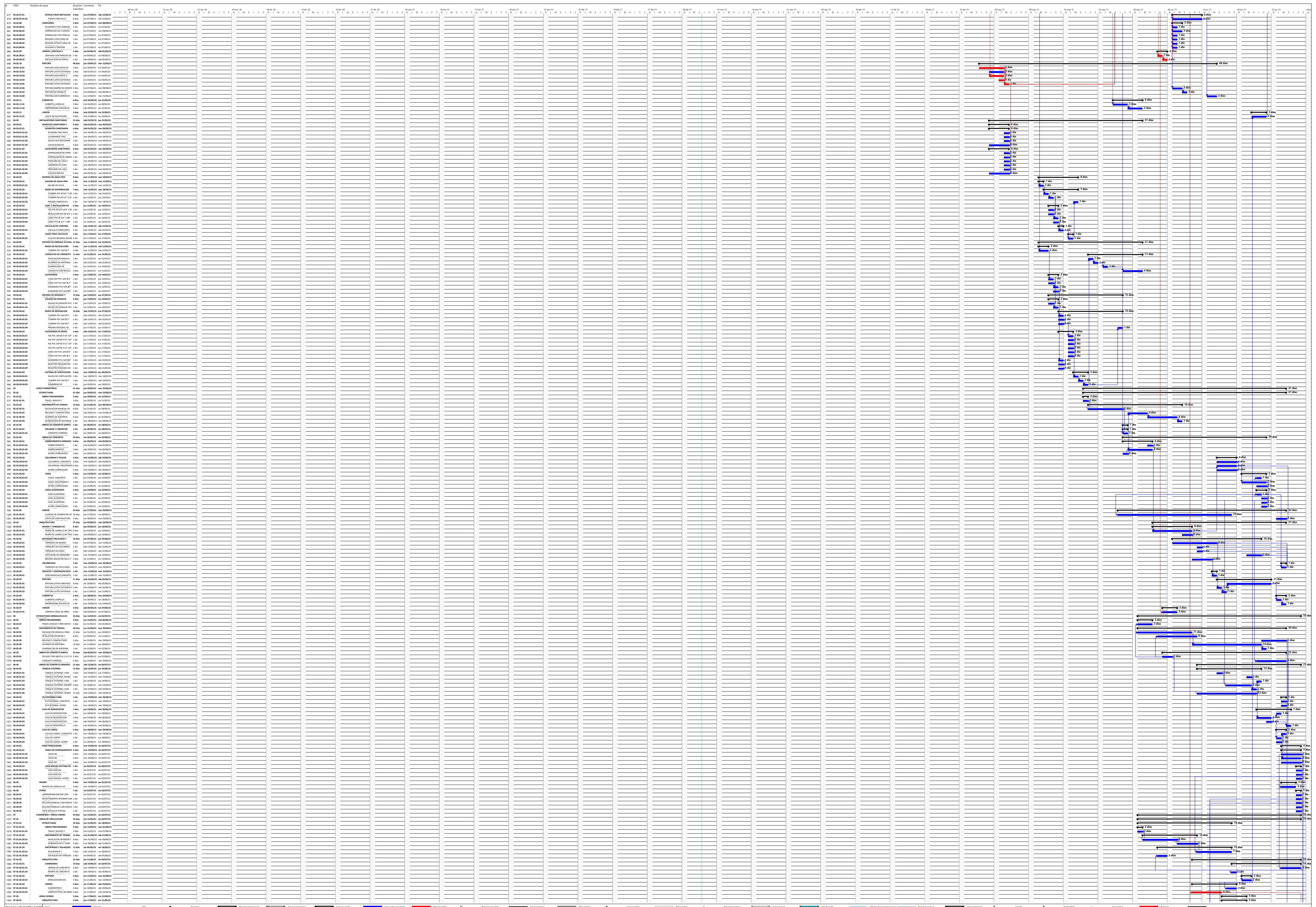
ANEXO 2
CRONOGRAMA DE OBRA













ANEXO 3
LOOKAHEAD Y PLAN SEMANAL

DESCRIPCION	UND	# Obr.	# Hrs.	Ratio Prd.	Rend. Prd.	Trabajo Prog.	Rend. Prog.	SEMANA 1							D	SEMANA 2							D	SEMANA 3							D	SEMANA 4					
								L	M	M	J	V	S	L		M	M	J	V	S	L	M		M	J	V	S	L	M	M		J					
								07-Dic		09-Dic	10-Dic	11-Dic	12-Dic		14-Dic	15-Dic	16-Dic	17-Dic	18-Dic	19-Dic		21-Dic	22-Dic	23-Dic	24-Dic		26-Dic		28-Dic	29-Dic	30-Dic	31-Dic					
BLOQUE A																																					
EXCAVACIONES																																					
TRAZOS	m2	2.00	5.00	0.20	50.00	16.00	4.00	4.00		4.00	4.00	4.00																									
ZAPATAS - SUB	m3	4.00	8.00	8.00	4.00	10.00	2.50	2.50		2.50	2.50	2.50																									
ZAPATAS	m3	4.00	8.00	8.00	4.00	110.00	10.00							10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	5.00		10.00	10.00	10.00	10.00		15.00											
CIMENTACIONES																																					
SUBZAPATAS: CONCRETO	m3	5.00	4.00	2.74	7.30	29.04	3.23	1.72		3.58					2.34	1.45					3.15	5.09	3.20					4.71	3.80								
ZAPATAS: ACERO	kg	2.00	8.00	0.07	228.57	1,065.00	76.07			75.00	70.00	85.00	85.00				55.00	70.00	75.00		80.00	75.00	70.00	75.00				85.00	90.00	75.00							
ZAPATAS: CONCRETO	m3	4.00	4.00	2.74	5.84	37.51	3.41					1.72						4.70	6.10		3.50	3.80	3.00	2.10				0.98	4.80	2.56	4.25						
CONCRETO CICLOPEO	m3	5.00	4.00	2.97	6.73	3.50	1.75																							1.75	1.75						
VIGAS: ACERO	kg	2.00	8.00	0.08	200.00	383.60	76.72					111.41					84.57	95.60	70.50		21.52																
VIGAS: ENCOFRADO	m2	2.00	8.00	3.38	4.73	15.37	3.84						4.88					3.50	3.00																		
VIGAS: CONCRETO	m3	4.00	4.00	2.94	5.44	1.93	1.93																	1.93													
COLUMNAS Y COLUMNETAS																																					
ACERO (CO)	kg	4.00	8.00	0.06	533.33	6,445.63	379.15			221.47	111.47	289.47	159.23		170.40		478.50	785.30	675.20	324.10		360.20	441.39	538.30		163.80		257.90	535.80	491.70	441.40						
ACERO (CNTA)	kg	3.00	8.00	0.05	480.00	240.00	120.00																							120.00	120.00						
SOBRECIMENTOS																																					
ENCOFRADO	m2	2.00	8.00	3.20	5.00	2.50	2.50																	2.50													
CONCRETO	m3	4.00	4.00	3.42	4.68	0.45	0.45																			0.45											
BLOQUE C																																					
EXCAVACIONES																																					
TRAZOS	m2	2.00	5.00	0.20	50.00	22.00	11.00	11.00		11.00																											
ZAPATAS	m3	4.00	8.00	8.00	4.00	2.79	1.40	1.50		1.29																											
ZAPATAS	m3	4.00	8.00	8.00	4.00	40.00	6.67			7.00	7.00	7.00	5.00		7.00	7.00																					
CIMENTACIONES																																					
ZAPATAS: ACERO	kg	2.00	5.00	0.08	125.00	73.01	36.51	40.00		33.01																											
ZAPATAS: CONCRETO	m3	4.00	4.00	2.74	5.84	3.84	1.92	1.92		1.92																											
CONCRETO CICLOPEO	m3	5.00	4.00	2.97	6.73	24.82	4.14					8.06				4.64	3.43	2.90	2.55	3.24																	
COLUMNAS Y COLUMNETAS																																					
ACERO (CO)	kg	4.00	8.00	0.06	533.33	1,035.87	258.97	429.33		432.34					85.00	89.20																					
ACERO (CNTA)	kg	3.00	8.00	0.05	480.00	243.00	81.00									81.00	81.00																				
SOBRECIMENTOS																																					
ENCOFRADO	m2	2.00	8.00	3.20	5.00	27.70	5.54									7.00	7.50			4.80		4.20	4.20														
CONCRETO	m3	4.00	4.00	3.42	4.68	3.60	1.20											1.20					1.20	1.20													

ANEXO 4

REPORTE DE DATOS DE CAMPO DE LAS PARTIDAS MÁS RESTRICATIVAS

		ACERO EN COLUMNAS						ACERO EN COLUMNAS					
BLOQUE		"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTRÓGENO						"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTRÓGENO					
Descripción	Und Nº D	07-Dic d1	08-Dic d2	09-Dic d3	10-Dic d4	11-Dic d5	12-Dic d6	14-Dic d1	15-Dic d2	16-Dic d3	17-Dic d4	18-Dic d5	19-Dic d6
# de Obreros	und	3.00	-	4.00	-	-	-	-	2.00	3.00	-	-	-
Horas de jornada	h	8.50	-	5.50	-	-	-	-	3.00	2.00	-	-	-
Horas hombre	hh	25.50	-	22.00	-	-	-	-	6.00	6.00	-	-	-
Horas hombre acumuladas	hh	25.50	25.50	47.50	47.50	47.50	47.50	-	6.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Avance diario	kg	429.33	-	432.34	-	-	-	-	89.20	75.20	-	-	-
Avance acumulado	kg	429.33	429.33	861.67	861.67	861.67	861.67	-	89.20	164.40	164.40	164.40	164.40
Ratio de productividad	hh/kg	0.06	-	0.05	-	-	-	-	0.07	0.08	-	-	-
Ratio de prod. acumulado	hh/kg	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	-	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

		ACERO EN COLUMNAS						ACERO EN COLUMNAS						ACERO EN COLUMNAS						ACERO EN COLUMNAS					
BLOQUE		"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA					
Descripción	Und Nº D	07-Dic d1	08-Dic d2	09-Dic d3	10-Dic d4	11-Dic d5	12-Dic d6	14-Dic d1	15-Dic d2	16-Dic d3	17-Dic d4	18-Dic d5	19-Dic d6	21-Dic d1	22-Dic d2	23-Dic d3	24-Dic d4	25-Dic d5	26-Dic d6	28-Dic d1	29-Dic d2	30-Dic d3	31-Dic d4	01-Ene d5	02-Ene d6
# de Obreros	und	-	-	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	-	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	-	-	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	-	-
Horas de jornada	h	-	-	3.00	3.00	5.50	5.00	5.00	-	4.50	7.50	7.50	5.00	7.50	8.50	8.50	-	-	4.00	8.50	8.50	8.50	8.50	-	-
Horas hombre	hh	-	-	12.00	9.00	16.50	15.00	15.00	-	18.00	30.00	30.00	20.00	22.50	25.50	25.50	-	-	12.00	17.00	25.50	25.50	25.50	-	-
Horas hombre acumuladas	hh	-	-	12.00	21.00	37.50	52.50	15.00	15.00	33.00	63.00	93.00	113.00	22.50	48.00	73.50	73.50	73.50	85.50	17.00	42.50	68.00	93.50	93.50	93.50
Avance diario	kg	-	-	221.47	111.47	289.47	159.23	170.40	-	478.50	785.30	675.20	324.10	360.20	441.39	538.30	-	-	163.80	257.90	535.80	491.70	441.40	-	-
Avance acumulado	kg	-	-	221.47	332.94	622.41	781.64	170.40	170.40	648.90	1434.20	2109.40	2433.50	360.20	801.59	1339.89	1339.89	1339.89	1503.69	257.90	793.70	1285.40	1726.80	1726.80	1726.80
Ratio de productividad	hh/kg	-	-	0.05	0.08	0.06	0.09	0.09	-	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06	0.06	0.05	-	-	0.07	0.07	0.05	0.05	0.06	-	-
Ratio de prod. acumulado	hh/kg	-	-	0.05	0.06	0.06	0.07	0.09	0.09	0.05	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

		ACERO EN VIGAS DE CIMENTACIÓN						ACERO EN VIGAS DE CIMENTACIÓN						ACERO EN VIGAS DE CIMENTACIÓN					
BLOQUE		"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA					
Descripción	Und Nº D	07-Dic d1	08-Dic d2	09-Dic d3	10-Dic d4	11-Dic d5	12-Dic d6	14-Dic d1	15-Dic d2	16-Dic d3	17-Dic d4	18-Dic d5	19-Dic d6	21-Dic d1	22-Dic d2	23-Dic d3	24-Dic d4	25-Dic d5	26-Dic d6
# de Obreros	und	-	-	-	-	3.00	-	-	-	3.00	4.00	4.00	-	2.00	-	-	-	-	-
Horas de jornada	h	-	-	-	-	3.00	-	-	-	2.00	1.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-
Horas hombre	hh	-	-	-	-	9.00	-	-	-	6.00	4.00	4.00	-	2.00	-	-	-	-	-
Horas hombre acumuladas	hh	-	-	-	-	9.00	9.00	-	-	6.00	10.00	14.00	14.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Avance diario	kg	-	-	-	-	111.41	-	-	-	84.57	95.60	70.50	-	21.52	-	-	-	-	-
Avance acumulado	kg	-	-	-	-	111.41	111.41	-	-	84.57	180.17	250.67	250.67	21.52	21.52	21.52	21.52	21.52	21.52
Ratio de productividad	hh/kg	-	-	-	-	0.08	-	-	-	0.07	0.04	0.06	-	0.09	-	-	-	-	-
Ratio de prod. acumulado	hh/kg	-	-	-	-	0.08	0.08	-	-	0.07	0.06	0.06	0.06	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09

		ENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACIÓN						ENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACIÓN						ENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACIÓN					
BLOQUE		"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA					
Descripción	Und Nº D	07-Dic d1	08-Dic d2	09-Dic d3	10-Dic d4	11-Dic d5	12-Dic d6	14-Dic d1	15-Dic d2	16-Dic d3	17-Dic d4	18-Dic d5	19-Dic d6	21-Dic d1	22-Dic d2	23-Dic d3	24-Dic d4	25-Dic d5	26-Dic d6
# de Obreros	und	-	-	-	-	-	3.00	-	-	-	3.00	3.00	-	-	3.00	-	-	-	-
Horas de jornada	h	-	-	-	-	-	5.50	-	-	-	4.00	4.00	-	-	4.00	-	-	-	-
Horas hombre	hh	-	-	-	-	-	16.50	-	-	-	12.00	12.00	-	-	12.00	-	-	-	-
Horas hombre acumuladas	hh	-	-	-	-	-	16.50	-	-	-	12.00	24.00	24.00	-	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Avance diario	m2	-	-	-	-	-	4.88	-	-	-	3.50	3.00	-	-	3.99	-	-	-	-
Metrado acumulado	m2	-	-	-	-	-	4.88	-	-	-	3.50	6.50	6.50	-	3.99	3.99	3.99	3.99	3.99
Ratio de productividad	hh/m2	-	-	-	-	-	3.38	-	-	-	3.43	4.00	-	-	3.01	-	-	-	-
Ratio de prod. acumulado	hh/m2	-	-	-	-	-	3.38	-	-	-	3.43	3.69	3.69	-	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01

BLOQUE	Und Nº D
Descripción	
# de Obreros	und
Horas de jornada	h
Horas hombre	hh
Horas hombre acumuladas	hh
Avance diario	m2
Metrado acumulado	m2
Ratio de productividad	hh/m2
Ratio de prod. acumulado	hh/m2

ENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS							ENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS						
"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTRÓGENO							"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTRÓGENO						
	14-Dic	15-Dic	16-Dic	17-Dic	18-Dic	19-Dic		21-Dic	22-Dic	23-Dic	24-Dic	25-Dic	26-Dic
	d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6
	-	3.00	3.00	-	-	3.00		-	3.00	3.00	-	-	-
	-	8.00	8.00	-	-	5.50		-	4.50	4.00	-	-	-
	-	24.00	24.00	-	-	16.50		-	13.50	12.00	-	-	-
	-	24.00	48.00	48.00	48.00	64.50		-	13.50	25.50	25.50	25.50	25.50
	-	7.00	7.50	-	-	4.80		-	4.20	3.50	-	-	-
	-	7.00	14.50	14.50	14.50	19.30		-	4.20	7.70	7.70	7.70	7.70
	-	3.43	3.20	-	-	3.44		-	3.21	3.43	-	-	-
	-	3.43	3.31	3.31	3.31	3.34		-	3.21	3.31	3.31	3.31	3.31

ENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS						
"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						
	21-Dic	22-Dic	23-Dic	24-Dic	25-Dic	26-Dic
	d1	d2	d3	d4	d5	d6
	-	-	-	2.00	-	-
	-	-	-	4.00	-	-
	-	-	-	8.00	-	-
	-	-	-	8.00	8.00	8.00
	-	-	-	2.50	-	-
	-	-	-	2.50	2.50	2.50
	-	-	-	3.20	-	-
	-	-	-	3.20	3.20	3.20

BLOQUE	Und Nº D
Descripción	
# de Obreros	und
Horas de jornada	h
Horas hombre	hh
Horas hombre acumuladas	hh
Avance diario	m2
Metrado acumulado	m2
Ratio de productividad	hh/m2
Ratio de prod. acumulado	hh/m2

		ACERO EN SOBRECIMENTOS						ACERO EN SOBRECIMENTOS						ACERO EN SOBRECIMENTOS						ACERO EN SOBRECIMENTOS					
BLOQUE		"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA					
Descripción	Und Ac Dt	04-Ene d1	05-Ene d2	06-Ene d3	07-Ene d4	08-Ene d5	09-Ene d6	11-Ene d1	12-Ene d2	13-Ene d3	14-Ene d4	15-Ene d5	16-Ene d6	18-Ene d1	19-Ene d2	20-Ene d3	21-Ene d4	22-Ene d5	23-Ene d6	25-Ene d1	26-Ene d2	27-Ene d3	28-Ene d4	29-Ene d5	30-Ene d6
# de Obreros	und	-	-	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	-	3.00	-	-	-	-	-
Horas de jornada	h	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	-	3.00	-	-	-	-	-
Horas hombre	hh	-	-	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	3.00	9.00	12.00	9.00	9.00	12.00	-	9.00	-	-	-	-	-
Horas hombre acumuladas	hh	-	-	6.00	12.00	18.00	24.00	6.00	12.00	18.00	30.00	36.00	39.00	9.00	21.00	30.00	39.00	51.00	51.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
Avance diario	kg	-	-	88.00	92.30	90.00	75.20	74.20	96.30	75.90	125.60	69.38	49.80	95.20	102.30	78.00	93.30	112.36	-	90.23	-	-	-	-	-
Avance acumulado	kg	-	-	88.00	180.30	270.30	345.50	74.20	170.50	246.40	372.00	441.38	491.18	95.20	197.50	275.50	368.80	481.16	481.16	90.23	90.23	90.23	90.23	90.23	90.23
Ratio de productividad	hh/kg	-	-	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.06	0.08	0.10	0.09	0.06	0.09	0.12	0.12	0.10	0.11	-	0.10	-	-	-	-	-
Ratio de prod. acumulado	hh/kg	-	-	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

		ACERO EN COLUMNAS							ACERO EN COLUMNAS							ACERO EN COLUMNAS							ACERO EN COLUMNAS						
BLOQUE		"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA							"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA							"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA							"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						
Descripción	Und Ac Dt	04-Ene d1	05-Ene d2	06-Ene d3	07-Ene d4	08-Ene d5	09-Ene d6	11-Ene d1	12-Ene d2	13-Ene d3	14-Ene d4	15-Ene d5	16-Ene d6	18-Ene d1	19-Ene d2	20-Ene d3	21-Ene d4	22-Ene d5	23-Ene d6	25-Ene d1	26-Ene d2	27-Ene d3	28-Ene d4	29-Ene d5	30-Ene d6				
# de Obreros	und	-	-	3.00	3.00	3.00	3.00	-	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	-	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00				
Horas de jornada	h	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	-	2.00	1.50	2.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.50	3.00	3.00	-	4.00	5.00	8.50	6.00	4.00				
Horas hombre	hh	-	-	6.00	6.00	6.00	6.00	-	6.00	4.50	6.00	12.00	15.00	15.00	15.00	12.00	16.50	9.00	9.00	-	12.00	15.00	34.00	24.00	16.00				
Horas hombre acumuladas	hh	-	-	6.00	12.00	18.00	24.00	-	6.00	10.50	16.50	28.50	43.50	15.00	30.00	42.00	58.50	67.50	76.50	-	12.00	27.00	61.00	85.00	101.00				
Avance diario	kg	-	-	89.74	89.60	88.00	90.00	-	86.50	49.60	74.90	121.30	178.40	152.40	164.60	101.10	180.14	78.20	82.30	-	106.20	156.50	399.80	254.30	162.30				
Avance acumulado	kg	-	-	89.74	179.34	267.34	357.34	-	86.50	136.10	211.00	332.30	510.70	152.40	317.00	418.10	598.24	676.44	758.74	-	106.20	262.70	662.50	916.80	1079.10				
Ratio de productividad	hh/kg	-	-	0.07	0.07	0.07	0.07	-	0.07	0.09	0.08	0.10	0.08	0.10	0.09	0.12	0.09	0.12	0.11	-	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10				
Ratio de prod. acumulado	hh/kg	-	-	0.07	0.07	0.07	0.07	-	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	-	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09				

BLOQUE		Und Ac Dt
Descripción		
# de Obreros	und	
Horas de jornada	h	
Horas hombre	hh	
Horas hombre acumuladas	hh	
Avance diario	kg	
Avance acumulado	kg	
Ratio de productividad	hh/kg	
Ratio de prod. acumulado	hh/kg	

BLOQUE		Und Ac Dt
Descripción		
# de Obreros	und	
Horas de jornada	h	
Horas hombre	hh	
Horas hombre acumuladas	hh	
Avance diario	kg	
Avance acumulado	kg	
Ratio de productividad	hh/kg	
Ratio de prod. acumulado	hh/kg	

BLOQUE		Und Ac Dt
Descripción		
# de Obreros	und	
Horas de jornada	h	
Horas hombre	hh	
Horas hombre acumuladas	hh	
Avance diario	kg	
Avance acumulado	kg	
Ratio de productividad	hh/kg	
Ratio de prod. acumulado	hh/kg	

BLOQUE		Und Ac Dt
Descripción		
# de Obreros	und	
Horas de jornada	h	
Horas hombre	hh	
Horas hombre acumuladas	hh	
Avance diario	kg	
Avance acumulado	kg	
Ratio de productividad	hh/kg	
Ratio de prod. acumulado	hh/kg	

ACERO EN VIGUETAS							ACERO EN VIGUETAS						
"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTROGENO							"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTROGENO						
18-Ene d1	19-Ene d2	20-Ene d3	21-Ene d4	22-Ene d5	23-Ene d6		25-Ene d1	26-Ene d2	27-Ene d3	28-Ene d4	29-Ene d5	30-Ene d6	
-	-	-	-	3.00	3.00		-	3.00	3.00	-	-	-	
-	-	-	-	2.50	1.50		-	1.00	1.00	-	-	-	
-	-	-	-	7.50	4.50		-	3.00	3.00	-	-	-	
-	-	-	-	7.50	12.00		-	3.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
-	-	-	-	70.50	45.80		-	38.00	28.90	-	-	-	
-	-	-	-	70.50	116.30		-	38.00	66.90	66.90	66.90	66.90	
-	-	-	-	0.11	0.10		-	0.08	0.10	-	-	-	
-	-	-	-	0.11	0.10		-	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	

ACERO EN VIGAS							"A": ADMINISTRACIÓN Y RESIDENCIA						
25-Ene d1	26-Ene d2	27-Ene d3	28-Ene d4	29-Ene d5	30-Ene d6		25-Ene d1	26-Ene d2	27-Ene d3	28-Ene d4	29-Ene d5	30-Ene d6	
-	3.00	3.00	-	3.00	3.00		-	3.00	-	3.00	-	3.00	
-	1.50	-	-	4.00	2.00		-	1.50	-	4.00	-	2.00	
-	4.50	-	-	12.00	6.00		-	4.50	-	12.00	-	6.00	
-	4.50	4.50	16.50	28.50	34.50		-	4.50	4.50	16.50	28.50	34.50	
-	45.20	-	125.30	112.30	96.30		-	45.20	-	125.30	112.30	96.30	
-	45.20	45.20	170.50	282.80	379.10		-	45.20	45.20	170.50	282.80	379.10	
-	0.10	-	0.10	0.11	0.06		-	0.10	-	0.10	0.11	0.06	
-	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09		-	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	

ACERO EN VIGUETAS							"A": ADMINISTRACIÓN Y RESIDENCIA						
25-Ene d1	26-Ene d2	27-Ene d3	28-Ene d4	29-Ene d5	30-Ene d6		25-Ene d1	26-Ene d2	27-Ene d3	28-Ene d4	29-Ene d5	30-Ene d6	
-	-	-	3.00	3.00	3.00		-	-	-	3.00	3.00	3.00	
-	-	-	1.00	2.00	1.00		-	-	-	1.00	2.00	1.00	
-	-	-	3.00	6.00	3.00		-	-	-	3.00	6.00	3.00	
-	-	-	3.00	9.00	12.00		-	-	-	3.00	9.00	12.00	
-	-	-	56.90	88.20	39.80		-	-	-	56.90	88.20	39.80	
-	-	-	56.90	145.10	184.90		-	-	-	56.90	145.10	184.90	
-	-	-	0.05	0.07	0.08		-	-	-	0.05	0.07	0.08	
-	-	-	0.05	0.06	0.06		-	-	-	0.05	0.06	0.06	

ACERO EN COLUMNAS							"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTROGENO						
25-Ene d1	26-Ene d2	27-Ene d3	28-Ene d4	29-Ene d5	30-Ene d6		25-Ene d1	26-Ene d2	27-Ene d3	28-Ene d4	29-Ene d5	30-Ene d6	
-	-	-	-	3.00	3.00		-	-	-	-	3.00	3.00	
-	-	-	-	1.00	1.00		-	-	-	-	1.00	1.00	
-	-	-	-	3.00	3.00		-	-	-	-	3.00	3.00	
-	-	-	-	3.00	6.00		-	-	-	-	3.00	6.00	
-	-	-	-	54.20	51.64		-	-	-	-	54.20	51.64	
-	-	-	-	54.20	105.84		-	-	-	-	54.20	105.84	
-	-	-	-	0.06	0.06		-	-	-	-	0.06	0.06	
-	-	-	-	0.06	0.06		-	-	-	-	0.06	0.06	

BLOQUE					
Descripción					
# de Obreros	und				
Horas de jornada	h				
Horas hombre	hh				
Horas hombre acumuladas	hh				
Avance diario	m2				
Avance acumulado	m2				
Ratio de productividad	hh/m2				
Ratio de prod. acumulado	hh/m2				

BLOQUE					
Descripción					
# de Obreros	und				
Horas de jornada	h				
Horas hombre	hh				
Horas hombre acumuladas	hh				
Avance diario	m2				
Metrado acumulado	m2				
Ratio de productividad	hh/m2				
Ratio de prod. acumulado	hh/m2				

BLOQUE					
Descripción					
# de Obreros	und				
Horas de jornada	h				
Horas hombre	hh				
Horas hombre acumuladas	hh				
Avance diario	m2				
Metrado acumulado	m2				
Ratio de productividad	hh/m2				
Ratio de prod. acumulado	hh/m2				

BLOQUE					
Descripción					
# de Obreros	und				
Horas de jornada	h				
Horas hombre	hh				
Horas hombre acumuladas	hh				
Avance diario	m2				
Metrado acumulado	m2				
Ratio de productividad	hh/m2				
Ratio de prod. acumulado	hh/m2				

BLOQUE					
Descripción					
# de Obreros	und				
Horas de jornada	h				
Horas hombre	hh				
Horas hombre acumuladas	hh				
Avance diario	m2				
Metrado acumulado	m2				
Ratio de productividad	hh/m2				
Ratio de prod. acumulado	hh/m2				

BLOQUE					
Descripción					
# de Obreros	und				
Horas de jornada	h				
Horas hombre	hh				
Horas hombre acumuladas	hh				
Avance diario	m2				
Metrado acumulado	m2				
Ratio de productividad	hh/m2				
Ratio de prod. acumulado	hh/m2				

BLOQUE					
Descripción					
# de Obreros	und				
Horas de jornada	h				
Horas hombre	hh				
Horas hombre acumuladas	hh				
Avance diario	m2				
Metrado acumulado	m2				
Ratio de productividad	hh/m2				
Ratio de prod. acumulado	hh/m2				

BLOQUE					
Descripción					
# de Obreros	und				
Horas de jornada	h				
Horas hombre	hh				
Horas hombre acumuladas	hh				
Avance diario	m2				
Metrado acumulado	m2				
Ratio de productividad	hh/m2				
Ratio de prod. acumulado	hh/m2				

ENCOFRADO DE SOBRECIENTOS							ENCOFRADO DE SOBRECIENTOS							ENCOFRADO DE SOBRECIENTOS						
"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA							"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA							"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						
11-Ene	12-Ene	13-Ene	14-Ene	15-Ene	16-Ene		18-Ene	19-Ene	20-Ene	21-Ene	22-Ene	23-Ene		25-Ene	26-Ene	27-Ene	28-Ene	29-Ene	30-Ene	
d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6	
3.00	3.00	3.00	3.00	6.00	6.00		6.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00		6.00	-	-	-	-	-	-
4.00	8.50	1.50	8.00	8.50	5.50		8.50	6.00	5.00	6.00	8.50	5.50		8.50	-	-	-	-	-	-
12.00	25.50	4.50	24.00	51.00	33.00		51.00	24.00	20.00	24.00	34.00	22.00		51.00	-	-	-	-	-	-
12.00	37.50	42.00	66.00	117.00	150.00		51.00	75.00	95.00	119.00	153.00	175.00		51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	-
3.50	7.42	1.23	6.50	13.50	11.10		22.15	7.70	5.40	7.20	12.00	6.70		20.00	-	-	-	-	-	-
3.50	10.92	12.15	18.65	32.15	43.25		22.15	29.85	35.25	42.45	54.45	61.15		20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	-
3.43	3.44	3.66	3.69	3.78	2.97		2.30	3.12	3.70	3.33	2.83	3.28		2.55	-	-	-	-	-	-
3.43	3.43	3.46	3.54	3.64	3.47		2.30	2.51	2.70	2.80	2.81	2.86		2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	-

ENCOFRADO DE CISTERNA							ENCOFRADO DE CISTERNA							ENCOFRADO DE CISTERNA						
"D": ESTRUCTURAS HIDRAULICAS							"D": ESTRUCTURAS HIDRAULICAS							"D": ESTRUCTURAS HIDRAULICAS						
11-Ene	12-Ene	13-Ene	14-Ene	15-Ene	16-Ene		18-Ene	19-Ene	20-Ene	21-Ene	22-Ene	23-Ene		25-Ene	26-Ene	27-Ene	28-Ene	29-Ene	30-Ene	
d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6	
3.00	3.00	3.00	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	3.00	-
1.50	1.50	2.00	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	5.00	-
4.50	4.50	6.00	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	15.00	-
4.50	9.00	15.00	15.00	15.00	15.00		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	15.00	-
1.50	1.20	2.40	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	5.90	-
1.50	2.70	5.10	5.10	5.10	5.10		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	5.90	-
3.00	3.75	2.50	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	2.54	-
3.00	3.33	2.94	2.94	2.94	2.94		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	2.54	-

ENCOFRADO DE COLUMNAS Y PLACAS							ENCOFRADO DE COLUMNAS Y PLACAS						
"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA							"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						
18-Ene	19-Ene	20-Ene	21-Ene	22-Ene	23-Ene		25-Ene	26-Ene	27-Ene	28-Ene	29-Ene	30-Ene	
d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6	
-	-	-	4.00	-	-		-	6.00	8.00	-	-	-	-
-	-	-	5.00	-	-		-	8.50	8.50	-	-	-	-
-	-	-	20.00	-	-		-	51.00	68.00	-	-	-	-
-	-	-	20.00	20.00	20.00		-	51.00	119.00	119.00	119.00	119.00	-
-	-	-	5.60	-	-		-	29.80	45.00	-	-	-	-
-	-	-	5.60	5.60	5.60		-	29.80	74.80	74.80	74.80	74.80	-
-	-	-	3.57	-	-		-	1.71	1.51	-	-	-	-
-	-	-	3.57	3.57	3.57		-	1.71	1.59	1.59	1.59	1.59	-

ENCOFRADO DE VIGUETAS							ENCOFRADO DE VIGUETAS						
"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTROGENO							"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTROGENO						
18-Ene	19-Ene	20-Ene	21-Ene	22-Ene	23-Ene		25-Ene	26-Ene	27-Ene	28-Ene	29-Ene	30-Ene	
d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6	
-	-	-	2.00	2.00	-		2.00	2.00	2.00	-	-	-	-
-	-	-	8.00	5.50	-		8.00	8.00	4.00	-	-	-	-
-	-	-	16.00	11.00	-		16.00	16.00	8.00	-	-	-	-
-	-	-	16.00	27.00	-		16.00	32.00	40.00	40.00	40.00	40.00	-
-	-	-	5.26	4.44	-		5.36	8.00	2.50	-	-	-	-
-	-	-	5.26	9.70	-		5.36	13.36	15.86	15.86	15.86	15.86	-
-	-	-	3.04	2.48	-		2.99	2.00	3.20	-	-	-	-
-	-	-	3.04	2.78	-		2.99	2.40	2.52	2.52	2.52	2.52	-

ENCOFRADO DE SOBRECIENTOS						
"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTROGENO						
25-Ene	26-Ene	27-Ene	28-Ene	29-Ene	30-Ene	
d1	d2	d3	d4	d5	d6	
-	-	-	-	3.00	3.00	-
-	-	-	-	8.50	2.00	-
-	-	-	-	25.50	6.00	-
-	-	-	-	25.50	31.50	-
-	-	-	-	8.50	1.82	-
-	-	-	-	8.50	10.32	-
-	-	-	-	3.00	3.30	-
-	-	-	-	3.00	3.05	-

ENCOFRADO DE VIGUETAS						
"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						
25-Ene	26-Ene	27-Ene	28-Ene	29-Ene	30-Ene	
d1	d2	d3	d4	d5	d6	
-	-	-	-	3.00	6.00	-
-	-	-	-	8.50	4.00	-
-	-	-	-	25.50	24.00	-
-	-	-	-	25.50	49.50	-
-	-	-	-	9.20	8.57	-
-	-	-	-	9.20	17.77	-
-	-	-	-	2.77	2.80	-
-	-	-	-	2.77	2.79	-

MURO DE LADRILLO EN SOGA						MURO DE LADRILLO EN SOGA							
"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTROGENO						"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTROGENO							
18-Ene	19-Ene	20-Ene	21-Ene	22-Ene	23-Ene	25-Ene	26-Ene	27-Ene	28-Ene	29-Ene	30-Ene		
d1	d2	d3	d4	d5	d6	d1	d2	d3	d4	d5	d6		
-	-	-	3.00	6.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	-	-		
-	-	-	8.50	8.50	5.50	8.50	8.00	8.00	8.00	-	-		
-	-	-	25.50	51.00	22.00	25.50	24.00	24.00	24.00	-	-		
-	-	-	25.50	76.50	98.50	25.50	49.50	73.50	97.50	97.50	97.50		
-	-	-	11.34	16.46	8.00	9.80	7.20	8.50	8.50	-	-		
-	-	-	11.34	27.80	35.80	9.80	17.00	25.50	34.00	34.00	34.00		
-	-	-	2.25	3.10	2.75	2.60	3.33	2.82	2.82	-	-		
-	-	-	2.25	2.75	2.75	2.60	2.91	2.88	2.87	2.87	2.87		

		CONCRETO EN ZAPATAS						
BLOQUE		"A": ADMINISTRACIÓN Y RESIDENCIA						
Descripción		04-En d1	05-En d2	06-En d3	07-En d4	08-En d5	09-En d6	
# de Obreros	und	-	-	3.00	3.00	3.00	-	
Horas de jornada	h	-	1.50	1.50	1.50	1.50	-	
Horas hombre	hh	-	4.50	4.50	4.50	4.50	-	
Horas hombre acumuladas	hh	-	4.50	9.00	13.50	13.50	-	
Avance diario	m3	-	1.59	1.43	1.63	1.67	1.67	
Avance acumulado	m3	-	1.59	3.04	4.67	6.34	8.01	
Ratio de productividad	hh/m3	-	2.83	3.10	2.76	2.76	2.76	
Ratio de prod. acumulado	hh/m3	-	2.83	2.96	2.89	2.89	2.89	

BLOQUE				
Descripción		Unid	Xe	Dr
# de Obreros			und	
Horas de jornada			h	
Horas hombre			hh	
Horas hombre acumuladas			hh	
Avance diario			m3	
Avance acumulado			m3	
Ratio de productividad			hh/m3	
Ratio de prod. acumulado			hh/m3	

BLOQUE		
Descripción		
# de Obreros		und
Horas de jornada		h
Horas hombre		hh
Horas hombre acumuladas		hh
Avance diario		m3
Avance acumulado		m3
Ratio de productividad		hh/m3
Ratio de prod. acumulado		hh/m3

BLOQUE		
Descripción		
# de Obreros	und	
Horas de jornada	h	
Horas hombre	hh	
Horas hombre acumuladas	hh	
Avance diario	m3	
Avance acumulado	m3	
Ratio de productividad	hh/m3	
Ratio de prod. acumulado	hh/m3	

BLOQUE		
Descripción	1 2 3 4 5 6	
# de Obreros	und	
Horas de jornada	h	
Horas hombre	hh	
Horas hombre acumuladas	hh	
Avance diario	m3	
Avance acumulado	m3	
Ratio de productividad	hh/m3	
Ratio de prod. acumulado	hh/m3	

BLOQUE		
Descripción		Unidad
# de Obreros		und
Horas de jornada		h
Horas hombre		hh
Horas hombre acumuladas		hh
Avance diario		m3
Avance acumulado		m3
Ratio de productividad		hh/m3
Ratio de prod. acumulado		hh/m3

BLOQUE		
Descripción		Unidad
# de Obreros		und
Horas de jornada		h
Horas hombre		hh
Horas hombre acumuladas		hh
Avance diario		m3
Avance acumulado		m3
Ratio de productividad		hh/m3
Ratio de prod. acumulado		hh/m3

CONCRETO EN CIMENTACIONES						
"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						
11-Ene d1	12-Ene d2	13-Ene d3	14-Ene d4	15-Ene d5	16-Ene d6	
-	4.00	5.00	5.00	5.00	-	-
-	4.00	5.00	6.00	5.00	-	-
-	16.00	25.00	30.00	25.00	-	-
-	16.00	41.00	71.00	96.00	96.00	-
-	5.20	9.20	13.15	8.40	-	-
-	5.20	14.40	27.55	35.95	35.95	-
-	3.08	2.72	2.39	2.98	-	-
-	3.08	2.85	2.58	2.67	2.67	-

CONCRETO EN SOBRECIMENTOS						
"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						
11-Ene d1	12-Ene d2	13-Ene d3	14-Ene d4	15-Ene d5	16-Ene d6	
-	-	-	-	3.00	3.00	-
-	-	-	-	1.00	3.00	-
-	-	-	-	3.00	9.00	-
-	-	-	-	3.00	12.00	-
-	-	-	-	0.92	2.34	-
-	-	-	-	0.92	3.26	-
-	-	-	-	3.26	3.85	-
-	-	-	-	3.26	3.68	-

CONCRETO EN CIMENTACIONES						
"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						
18-Ene d1	19-Ene d2	20-Ene d3	21-Ene d4	22-Ene d5	23-Ene d6	
-	4.00	5.00	5.00	-	5.00	-
-	3.00	5.00	6.00	-	5.50	-
-	12.00	25.00	30.00	-	27.50	-
-	12.00	37.00	67.00	67.00	94.50	-
-	3.65	7.40	8.64	-	9.60	-
-	3.65	11.05	19.69	19.69	29.29	-
-	3.29	3.30	3.47	-	2.86	-
-	3.29	3.35	3.40	3.40	3.23	-

CONCRETO EN SOBRECIMENTOS						
"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						
18-Ene d1	19-Ene d2	20-Ene d3	21-Ene d4	22-Ene d5	23-Ene d6	
3.00	3.00	4.00	-	-	-	-
2.00	3.00	1.00	-	-	-	-
6.00	9.00	4.00	-	-	-	-
6.00	15.00	19.00	19.00	19.00	19.00	-
1.57	2.55	1.44	-	-	-	-
1.57	4.12	5.56	5.56	5.56	5.56	-
3.82	3.53	2.78	-	-	-	-
3.82	3.64	3.42	3.42	3.42	3.42	-

CONCRETO EN VIGUETAS						
"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTROGENO						
18-Ene d1	19-Ene d2	20-Ene d3	21-Ene d4	22-Ene d5	23-Ene d6	
-	-	-	-	3.00	-	-
-	-	-	-	1.00	-	-
-	-	-	-	3.00	-	-
-	-	-	-	3.00	3.00	-
-	-	-	-	1.00	-	-
-	-	-	-	1.00	1.00	-
-	-	-	-	3.00	-	-
-	-	-	-	3.00	3.00	-

CONCRETO EN SOBRECIMENTOS						
"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						
25-Ene d1	26-Ene d2	27-Ene d3	28-Ene d4	29-Ene d5	30-Ene d6	
3.00	-	-	-	-	-	-
1.50	-	-	-	-	-	-
4.50	-	-	-	-	-	-
4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
-	-	-	-	-	-	-
1.93	-	-	-	-	-	-
1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	-
2.33	-	-	-	-	-	-
2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	-

CONCRETO EN VIGUETAS						
"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTROGENO						
25-Ene d1	26-Ene d2	27-Ene d3	28-Ene d4	29-Ene d5	30-Ene d6	
-	-	3.00	-	-	-	-
-	-	1.00	-	-	-	-
-	-	3.00	-	-	-	-
-	-	3.00	3.00	3.00	3.00	-
-	-	1.05	-	-	-	-
-	-	1.05	1.05	1.05	1.05	-
-	-	2.86	-	-	-	-
-	-	2.86	2.86	2.86	2.86	-

CONCRETO EN COLUMNAS						
"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						
25-Ene d1	26-Ene d2	27-Ene d3	28-Ene d4	29-Ene d5	30-Ene d6	
-	5.00	-	5.00	-	-	-
-	2.00	-	1.00	-	-	-
-	10.00	-	5.00	-	-	-
-	10.00	10.00	15.00	15.00	15.00	-
-	2.28	-	0.96	-	-	-
-	2.28	2.28	3.24	3.24	3.24	-
-	4.39	-	5.21	-	-	-
-	4.39	4.39	4.63	4.63	4.63	-

CONCRETO EN VIGUETAS						
"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						
25-Ene d1	26-Ene d2	27-Ene d3	28-Ene d4	29-Ene d5	30-Ene d6	
-	-	3.00	-	-	3.00	-
-	-	1.00	-	-	1.00	-
-	-	3.00	-	-	3.00	-
-	-	3.00	3.00	3.00	6.00	-
-	-	1.25	-	-	1.01	-
-	-	1.25	1.25	1.25	2.26	-
-	-	2.40	-	-	2.97	-
-	-	2.40	2.40	2.40	2.65	-

CONCRETO EN CIMENTACIONES						
"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTROGENO						
25-Ene d1	26-Ene d2	27-Ene d3	28-Ene d4	29-Ene d5	30-Ene d6	
-	-	-	-	5.00	5.00	-
-	-	-	-	2.00	1.00	-
-	-	-	-	10.00	5.00	-
-	-	-	-	10.00	15.00	-
-	-	-	-	3.00	1.95	-
-	-	-	-	3.00	4.95	-
-	-	-	-	3.33	2.56	-
-	-	-	-	3.33	3.03	-

		ACERO EN VIGAS						ACERO EN VIGAS						ACERO EN VIGAS						ACERO EN VIGAS								
BLOQUE		"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA								
Descripción	Diá. No Unidad	01-Feb	02-Feb	03-Feb	04-Feb	05-Feb	06-Feb		08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb		15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb		22-Feb	23-Feb	24-Feb	25-Feb	26-Feb	27-Feb
		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6
# de Obreros	und	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00		-	2.00	2.00	2.00	-	2.00		-	-	-	-	2.00	-		-	-	-	2.00	2.00	4.00
Horas de jornada	h	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00		-	3.00	8.50	7.00	-	4.00		-	-	-	-	6.50	-		-	-	-	4.00	7.00	5.00
Horas hombre	hh	3.00	3.00	3.00	6.00	6.00	2.00		-	6.00	17.00	14.00	-	8.00		-	-	-	-	13.00	-		-	-	-	8.00	14.00	20.00
Horas hombre acumuladas	hh	3.00	6.00	9.00	15.00	21.00	23.00		-	6.00	23.00	37.00	37.00	45.00		-	-	-	-	13.00	13.00		-	-	-	8.00	22.00	42.00
Avance diario	kg	42.30	35.60	38.90	78.60	84.20	31.26		-	93.09	256.20	196.35	-	95.20		-	-	-	-	156.30	-		-	-	-	101.90	180.20	254.20
Avance acumulado	kg	42.30	77.90	116.80	195.40	279.60	310.86		-	93.09	349.29	545.64	545.64	640.84		-	-	-	-	156.30	156.30		-	-	-	101.90	282.10	536.30
Ratio de productividad	hh/kg	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07	0.06		-	0.06	0.07	0.07	-	0.08		-	-	-	-	0.08	-		-	-	-	0.08	0.08	0.08
Ratio de prod. acumulado	hh/kg	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07		-	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07		-	-	-	-	0.08	0.08		-	-	-	0.08	0.08	0.08

		ACERO EN VIGUETAS						ACERO EN VIGUETAS						ACERO EN VIGUETAS						ACERO EN VIGUETAS								
BLOQUE		"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA								
Descripción	Diá. No. Unidad	01-Feb	02-Feb	03-Feb	04-Feb	05-Feb	06-Feb		08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb		15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb		22-Feb	23-Feb	24-Feb	25-Feb	26-Feb	27-Feb
		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6
# de Obreros	und	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	-		2.00	2.00	2.00	-	2.00	2.00		-	-	2.00	-	-	-		2.00	2.00	-	2.00	2.00	-
Horas de jornada	h	2.00	3.00	1.00	5.00	1.00	-		1.00	2.00	4.00	-	3.00	4.00		-	-	1.00	-	-	-		1.50	1.00	-	1.00	1.00	-
Horas hombre	hh	6.00	9.00	3.00	15.00	3.00	-		2.00	4.00	8.00	-	6.00	8.00		-	-	2.00	-	-	-		3.00	2.00	-	2.00	2.00	-
Horas hombre acumuladas	hh	6.00	15.00	18.00	33.00	36.00	36.00		2.00	6.00	14.00	14.00	20.00	28.00		-	-	2.00	2.00	2.00	2.00		3.00	5.00	5.00	7.00	9.00	9.00
Avance diario	kg	75.20	96.30	38.31	166.34	50.88	-		36.65	45.12	112.30	-	75.20	98.50		-	-	28.90	-	-	-		45.18	37.63	-	34.69	30.33	-
Avance acumulado	kg	75.20	171.50	209.81	376.15	427.03	427.03		36.65	81.77	194.07	194.07	269.27	367.77		-	-	28.90	28.90	28.90	28.90		45.18	82.81	82.81	117.50	147.83	147.83
Ratio de productividad	hh/kg	0.08	0.09	0.08	0.09	0.06	-		0.05	0.09	0.07	-	0.08	0.08		-	-	0.07	-	-	-		0.07	0.05	-	0.06	0.07	-
Ratio de prod. acumulado	hh/kg	0.08	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08		0.05	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08		-	-	0.07	0.07	0.07	0.07		0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06

		ACERO EN CISTERNA						ACERO EN CISTERNA						
BLOQUE		"D": ESTRUCTURAS HIDRAÚLICAS						"D": ESTRUCTURAS HIDRAÚLICAS						
Descripción	Diámetro	01-Feb	02-Feb	03-Feb	04-Feb	05-Feb	06-Feb		08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb
		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6
# de Obreros	und	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00		2.00	2.00	-	-	-	-
Horas de jornada	h	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00		1.00	1.00	-	-	-	-
Horas hombre	hh	6.00	6.00	3.00	6.00	6.00	4.00		2.00	2.00	-	-	-	-
Horas hombre acumuladas	hh	6.00	12.00	15.00	21.00	27.00	31.00		2.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Avance diario	kg	75.60	55.60	49.60	75.28	62.30	45.20		33.00	22.00	-	-	-	-
Avance acumulado	kg	75.60	131.20	180.80	256.08	318.38	363.58		33.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Ratio de productividad	hh/kg	0.08	0.11	0.06	0.08	0.10	0.09		0.06	0.09	-	-	-	-
Ratio de prod. acumulado	hh/kg	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09		0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

		ACERO EN SOBRECIMENTOS						ACERO EN SOBRECIMENTOS						ACERO EN SOBRECIMENTOS						ACERO EN SOBRECIMENTOS								
BLOQUE		"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA								
Descripción	Unidad	01-Feb	02-Feb	03-Feb	04-Feb	05-Feb	06-Feb		08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb		15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb		22-Feb	23-Feb	24-Feb	25-Feb	26-Feb	27-Feb
		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6
# de Obreros	und	-	-	4.00	3.00	3.00	-		-	-	2.00	-	-	-	-	-	2.00	2.00	-	2.00	-		-	-	2.00	-	2.00	-
Horas de jornada	h	-	-	8.00	2.00	4.00	-		-	-	3.00	-	-	-	-	-	3.00	2.00	-	1.50	-		-	-	2.00	-	1.00	-
Horas hombre	hh	-	-	32.00	6.00	12.00	-		-	-	6.00	-	-	-	-	-	6.00	4.00	-	3.00	-		-	-	4.00	-	2.00	-
Horas hombre acumuladas	hh	-	-	32.00	38.00	50.00	50.00		-	-	6.00	6.00	6.00	6.00		-	6.00	10.00	10.00	13.00	13.00		-	-	4.00	6.00	6.00	6.00
Avance diario	kg	-	-	347.03	60.88	105.39	-		-	-	65.20	-	-	-	-	-	68.24	56.30	-	35.60	-		-	-	63.34	-	39.33	-
Avance acumulado	kg	-	-	347.03	407.91	513.30	513.30		-	-	65.20	65.20	65.20	65.20		-	68.24	124.54	124.54	160.14	160.14		-	-	63.34	63.34	102.67	102.67
Ratio de productividad	hh/kg	-	-	0.09	0.10	0.11	-		-	-	0.09	-	-	-	-	-	0.09	0.07	-	0.08	-		-	-	0.06	-	0.05	-
Ratio de prod. acumulado	hh/kg	-	-	0.09	0.09	0.10	0.10		-	-	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	-	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08		-	-	0.06	0.06	0.06	0.06

		ACERO EN COLUMNAS						ACERO EN COLUMNAS						ACERO EN COLUMNAS						ACERO EN COLUMNAS								
BLOQUE		"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA								
Descripción	Diá. No. Unidad	01-Feb	02-Feb	03-Feb	04-Feb	05-Feb	06-Feb		08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb		15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb		22-Feb	23-Feb	24-Feb	25-Feb	26-Feb	27-Feb
		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6
# de Obreros	und	-	-	-	-	-	2.00		2.00	-	2.00	-	2.00	2.00		2.00	-	-	2.00	2.00	-		2.00	-	2.00	2.00	-	-
Horas de jornada	h	-	-	-	-	-	1.00		2.00	-	4.00	-	5.00	4.00		4.00	-	-	7.50	8.50	-		1.50	-	4.00	1.00	-	-
Horas hombre	hh	-	-	-	-	-	2.00		4.00	-	8.00	-	10.00	8.00		8.00	-	-	15.00	17.00	-		3.00	-	8.00	2.00	-	-
Horas hombre acumuladas	hh	-	-	-	-	-	2.00		4.00	4.00	12.00	12.00	22.00	30.00		8.00	8.00	8.00	23.00	40.00	40.00		3.00	3.00	11.00	13.00	13.00	13.00
Avance diario	kg	-	-	-	-	-	37.12		75.20	-	129.60	-	146.30	99.65		123.32	-	-	179.90	196.90	-		46.83	-	96.50	23.43	-	-
Avance acumulado	kg	-	-	-	-	-	37.12		75.20	75.20	204.80	204.80	351.10	450.75		123.32	123.32	123.32	303.22	500.12	500.12		46.83	46.83	143.33	166.76	166.76	166.76
Ratio de productividad	hh/kg	-	-	-	-	-	0.05		0.05	-	0.06	-	0.07	0.08		0.06	-	-	0.08	0.09	-		0.06	-	0.08	0.09	-	-
Ratio de prod. acumulado	hh/kg	-	-	-	-	-	0.05		0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07		0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08		0.06	0.06	0.08	0.08	0.08	0.08

		ENCOFRADO DE VIGUETAS						ENCOFRADO DE VIGUETAS						ENCOFRADO DE VIGUETAS						ENCOFRADO DE VIGUETAS					
BLOQUE		"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA					
Descripción	Unid	01-Feb	02-Feb	03-Feb	04-Feb	05-Feb	06-Feb	08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb	15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb	22-Feb	23-Feb	24-Feb	25-Feb	26-Feb	27-Feb
		d1	d2	d3	d4	d5	d6	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d1	d2	d3	d4	d5	d6
# de Obreros	und	3.00	3.00	-	-	-	-	3.00	-	4.00	2.00	2.00	2.00	-	-	2.00	2.00	2.00	-	2.00	-	-	-	-	-
Horas de jornada	h	4.00	3.00	-	-	-	-	8.00	-	8.00	3.00	6.00	2.00	-	-	5.00	8.00	8.50	-	3.00	-	-	-	-	-
Horas hombre	hh	12.00	9.00	-	-	-	-	24.00	-	32.00	6.00	12.00	4.00	-	-	10.00	16.00	17.00	-	6.00	-	-	-	-	-
Horas hombre acumuladas	hh	12.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	24.00	24.00	56.00	62.00	74.00	78.00	-	-	10.00	26.00	43.00	43.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Avance diario	m2	3.72	2.40	-	-	-	-	6.79	-	9.80	2.07	5.60	1.88	-	-	4.20	6.50	7.98	-	2.90	-	-	-	-	-
Metrado acumulado	m2	3.72	6.12	6.12	6.12	6.12	6.12	6.79	6.79	16.59	18.66	24.26	26.14	-	-	4.20	10.70	18.68	18.68	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Ratio de productividad	hh/m2	3.23	3.75	-	-	-	-	3.53	-	3.27	2.90	2.14	2.13	-	-	2.38	2.46	2.13	-	2.07	-	-	-	-	-
Ratio de prod. acumulado	hh/m2	3.23	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43	3.53	3.53	3.38	3.32	3.05	2.98	-	-	2.38	2.43	2.30	2.30	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07

		ENCOFRADO DE CISTERNA						ENCOFRADO DE CISTERNA						
BLOQUE		"D": ESTRUCTURAS HIDRAÚLICAS						"D": ESTRUCTURAS HIDRAÚLICAS						
Descripción	Unid Nº Día	01-Feb	02-Feb	03-Feb	04-Feb	05-Feb	06-Feb		08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb
		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6
# de Obreros	und	6.00	8.00	-	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-
Horas de jornada	h	8.00	8.50	-	-	-	-	-	-	7.00	-	-	-	-
Horas hombre	hh	48.00	68.00	-	-	-	-	-	-	14.00	-	-	-	-
Horas hombre acumuladas	hh	48.00	116.00	116.00	116.00	116.00	116.00	-	-	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
Avance diario	m2	15.26	26.98	-	-	-	-	-	-	6.50	-	-	-	-
Metrado acumulado	m2	15.26	42.24	42.24	42.24	42.24	42.24	-	-	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
Ratio de productividad	hh/m2	3.15	2.52	-	-	-	-	-	-	2.15	-	-	-	-
Ratio de prod. acumulado	hh/m2	3.15	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	-	-	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15

		ENCOFRADO DE COLUMNAS Y PLACAS						ENCOFRADO DE COLUMNAS Y PLACAS						ENCOFRADO DE COLUMNAS Y PLACAS						ENCOFRADO DE COLUMNAS Y PLACAS					
BLOQUE		"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA					
Descripción	Unid	01-Feb	02-Feb	03-Feb	04-Feb	05-Feb	06-Feb	08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb	15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb	22-Feb	23-Feb	24-Feb	25-Feb	26-Feb	27-Feb
		d1	d2	d3	d4	d5	d6	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d1	d2	d3	d4	d5	d6
# de Obreros	und	-	-	4.00	-	6.00	-	-	12.00	3.00	4.00	6.00	4.00	4.00	8.00	-	6.00	4.00	-	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Horas de jornada	h	-	-	8.50	-	8.50	-	-	8.50	8.50	8.50	8.50	5.00	7.00	8.00	-	8.00	7.00	-	8.00	8.00	3.00	2.00	2.00	5.50
Horas hombre	hh	-	-	34.00	-	51.00	-	-	102.00	25.50	34.00	51.00	20.00	28.00	64.00	-	48.00	28.00	-	40.00	32.00	6.00	4.00	4.00	11.00
Horas hombre acumuladas	hh	-	-	34.00	34.00	85.00	85.00	-	102.00	127.50	161.50	212.50	232.50	28.00	92.00	92.00	140.00	168.00	168.00	40.00	72.00	78.00	82.00	86.00	97.00
Avance diario	m2	-	-	11.35	-	24.67	-	-	95.79	15.60	19.60	34.10	13.13	13.25	25.10	-	19.60	9.60	-	15.82	12.44	2.55	1.58	1.70	5.10
Metrado acumulado	m2	-	-	11.35	11.35	36.02	36.02	-	95.79	111.39	130.99	165.09	178.22	13.25	38.35	38.35	57.95	67.55	67.55	15.82	28.26	30.81	32.39	34.09	39.19
Ratio de productividad	hh/m2	-	-	3.00	-	2.07	-	-	1.06	1.63	1.73	1.50	1.52	2.11	2.55	-	2.45	2.92	-	2.53	2.57	2.35	2.53	2.35	2.16
Ratio de prod. acumulado	hh/m2	-	-	3.00	3.00	2.36	2.36	-	1.06	1.14	1.23	1.29	1.30	2.11	2.40	2.40	2.42	2.49	2.49	2.53	2.55	2.53	2.53	2.52	2.48

BLOQUE	Unid Nº Día
Descripción	
# de Obreros	und
Horas de jornada	h
Horas hombre	hh
Horas hombre acumuladas	hh
Avance diario	m2
Avance acumulado	m2
Ratio de productividad	hh/m2
Ratio de prod. acumulado	hh/m2

ENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS							ENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS							ENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS						
"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA							"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA							"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						
	08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb		15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb		22-Feb	23-Feb	24-Feb	25-Feb	26-Feb	27-Feb
	d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6
	-	-	2.00	-	4.00	4.00		2.00	4.00	2.00	2.00	-	2.00		-	-	-	-	3.00	6.00
	-	-	8.50	-	8.50	5.00		6.00	6.00	2.00	7.50	-	5.50		-	-	-	-	8.00	4.00
	-	-	17.00	-	34.00	20.00		12.00	24.00	4.00	15.00	-	11.00		-	-	-	-	24.00	24.00
	-	-	17.00	17.00	51.00	71.00		12.00	36.00	40.00	55.00	55.00	66.00		-	-	-	-	24.00	48.00
	-	-	9.60	-	20.40	9.64		6.64	12.37	1.74	6.50	-	4.90		-	-	-	-	10.80	9.77
	-	-	9.60	9.60	30.00	39.64		6.64	19.01	20.75	27.25	27.25	32.15		-	-	-	-	10.80	20.57
	-	-	1.77	-	1.67	2.07		1.81	1.94	2.30	2.31	-	2.24		-	-	-	-	2.22	2.46
	-	-	1.77	1.77	1.70	1.79		1.81	1.89	1.93	2.02	2.02	2.05		-	-	-	-	2.22	2.33

ENCOFRADO DE COLUMNAS						ENCOFRADO DE COLUMNAS						
"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTRÓGENO						"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTRÓGENO						
	15-Feb	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb		22-Feb	23-Feb	24-Feb	25-Feb	26-Feb	27-Feb
	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d1	d2	d3	d4	d5	d6
-	3.00	6.00	-	4.00	3.00	-	2.00	-	3.00	-	-	-
-	8.50	8.50	-	8.00	5.00	-	2.00	-	8.00	-	-	-
-	25.50	51.00	-	32.00	15.00	-	4.00	-	24.00	-	-	-
-	25.50	76.50	76.50	108.50	123.50	-	4.00	4.00	28.00	28.00	28.00	28.00
-	7.74	17.99	-	10.50	4.26	-	1.70	-	9.62	-	-	-
-	7.74	25.73	25.73	36.23	40.49	-	1.70	1.70	11.32	11.32	11.32	11.32
-	3.29	2.83	-	3.05	3.52	-	2.35	-	2.49	-	-	-
-	3.29	2.97	2.97	2.99	3.05	-	2.35	2.35	2.47	2.47	2.47	2.47

		MURO DE LADRILLO EN CABEZA						MURO DE LADRILLO EN CABEZA						MURO DE LADRILLO EN CABEZA						MURO DE LADRILLO EN CABEZA								
BLOQUE		"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA								
Descripción	Unidad	01-Feb	02-Feb	03-Feb	04-Feb	05-Feb	06-Feb		08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb		15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb		22-Feb	23-Feb	24-Feb	25-Feb	26-Feb	27-Feb
		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6
# de Obreros	und	3.00	3.00	5.00	8.00	3.00	3.00		-	2.00	-	2.00	2.00	-		4.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00		2.00	-	-	-	-	-
Horas de jornada	h	8.50	3.00	8.50	8.50	3.00	2.00		-	6.00	-	4.00	6.00	-		7.00	3.00	3.00	7.00	8.50	5.50		3.00	-	-	-	-	-
Horas hombre	hh	25.50	9.00	42.50	68.00	9.00	6.00		-	12.00	-	8.00	12.00	-		28.00	6.00	6.00	14.00	25.50	11.00		6.00	-	-	-	-	-
Horas hombre acumuladas	hh	25.50	34.50	77.00	145.00	154.00	160.00		-	12.00	12.00	20.00	32.00	32.00		28.00	34.00	40.00	54.00	79.50	90.50		6.00	6.00	6.00	18.00	18.00	18.00
Avance diario	m2	5.98	2.16	9.78	20.62	2.74	1.64		-	3.31	-	2.50	3.50	-		6.11	1.51	1.84	3.90	5.60	3.20		1.61	-	-	-	-	-
Metrado acumulado	m2	5.98	8.14	17.92	38.54	41.28	42.92		-	3.31	3.31	5.81	9.31	9.31		6.11	7.62	9.46	13.36	18.96	22.16		1.61	1.61	1.61	4.80	4.80	4.80
Ratio de productividad	hh/m2	4.26	4.17	4.35	3.30	3.28	3.66		-	3.63	-	3.20	3.43	-		4.58	3.97	3.26	3.59	4.55	3.44		3.73	-	-	-	-	-
Ratio de prod. acumulado	hh/m2	4.26	4.24	4.30	3.76	3.73	3.73		-	3.63	3.63	3.44	3.44	3.44		4.58	4.46	4.23	4.04	4.19	4.08		3.73	3.73	3.73	3.75	3.75	3.75

		MURO DE LADRILLO EN SOGA								MURO DE LADRILLO EN SOGA								MURO DE LADRILLO EN SOGA								MURO DE LADRILLO EN SOGA					
BLOQUE		"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA								"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA								"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA								"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA					
Descripción	Día N° Unidad	01-Feb	02-Feb	03-Feb	04-Feb	05-Feb	06-Feb		08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb		15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb		22-Feb	23-Feb	24-Feb	25-Feb	26-Feb	27-Feb			
		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6			
# de Obreros	und	-	-	3.00	3.00	4.00	5.00		-	-	5.00	6.00	6.00	-		2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00		3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00			
Horas de jornada	h	-	-	8.50	2.00	8.50	5.00		-	-	8.00	8.00	8.50	-		6.00	8.50	6.00	8.50	8.50	5.50		8.00	8.00	8.50	8.00	4.00	5.00			
Horas hombre	hh	-	-	25.50	6.00	34.00	25.00		-	-	40.00	48.00	51.00	-		12.00	17.00	12.00	17.00	25.50	11.00		24.00	24.00	25.50	16.00	8.00	10.00			
Horas hombre acumuladas	hh	-	-	25.50	31.50	65.50	90.50		-	-	40.00	88.00	139.00	139.00		12.00	29.00	41.00	58.00	83.50	94.50		24.00	48.00	73.50	89.50	97.50	107.50			
Avance diario	m2	-	-	9.35	2.11	16.03	9.03		-	-	15.20	17.80	19.60	-		5.92	7.26	4.10	7.50	8.90	4.20		9.40	9.71	11.18	5.93	3.50	4.20			
Metrado acumulado	m2	-	-	9.35	11.46	27.49	36.52		-	-	15.20	33.00	52.60	52.60		5.92	13.18	17.28	24.78	33.68	37.88		9.40	19.11	30.29	36.22	39.72	43.92			
Ratio de productividad	hh/m2	-	-	2.73	2.84	2.12	2.77		-	-	2.63	2.70	2.60	-		2.03	2.34	2.93	2.27	2.87	2.62		2.55	2.47	2.28	2.70	2.29	2.38			
Ratio de prod. acumulado	hh/m2	-	-	2.73	2.75	2.38	2.48		-	-	2.63	2.67	2.64	2.64		2.03	2.20	2.37	2.34	2.48	2.49		2.55	2.51	2.43	2.47	2.45	2.45			

BLOQUE	
Descripción	Unid N° Día
# de Obreros	und
Horas de jornada	h
Horas hombre	hh
Horas hombre acumuladas	hh
Avance diario	m2
Metrado acumulado	m2
Ratio de productividad	hh/m2
Ratio de prod. acumulado	hh/m2

MURO DE LADRILLO EN SOGA						
"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTRÓGENO						
08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb	
d1	d2	d3	d4	d5	d6	
3.00	3.00	3.00	-	-	2.00	
3.00	8.00	4.00	-	-	3.00	
9.00	24.00	12.00	-	-	6.00	
9.00	33.00	45.00	45.00	45.00	51.00	
3.25	8.19	3.90	-	-	2.43	
3.25	11.44	15.34	15.34	15.34	17.77	
2.77	2.93	3.08	-	-	2.47	
2.77	2.88	2.93	2.93	2.93	2.87	

MURO DE LADRILLO EN CABEZA							MURO DE LADRILLO EN CABEZA						
"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTRÓGENO							"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTRÓGENO						
08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb		15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb	
d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6	
2.00	2.00	-	2.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-
5.00	5.00	-	4.00	-	-	-	4.00	-	-	-	-	-	-
10.00	10.00	-	8.00	-	-	-	8.00	-	-	-	-	-	-
10.00	20.00	20.00	28.00	28.00	28.00	28.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
2.86	3.31	-	2.50	-	-	-	2.56	-	-	-	-	-	-
2.86	6.17	6.17	8.67	8.67	8.67	8.67	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56
3.50	3.02	-	3.20	-	-	-	3.13	-	-	-	-	-	-
3.50	3.24	3.24	3.23	3.23	3.23	3.23	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13

		CONCRETO EN CIMENTACIONES								CONCRETO EN CIMENTACIONES								CONCRETO EN CIMENTACIONES								CONCRETO EN CIMENTACIONES					
BLOQUE		"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA								"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA								"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA								"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA					
Descripción	Unid	01-Feb	02-Feb	03-Feb	04-Feb	05-Feb	06-Feb		08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb		15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb		22-Feb	23-Feb	24-Feb	25-Feb	26-Feb	27-Feb			
		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6			
# de Obreros	und	-	5.00	-	5.00	5.00	-		5.00	-	5.00	5.00	5.00	-		-	-	-	5.00	5.00	5.00		-	5.00	5.00	5.00	-	5.00			
Horas de jornada	h	-	1.00	-	2.00	5.00	-		1.50	-	1.50	1.50	2.00	-		-	-	-	3.00	4.00	2.00		-	1.00	1.00	1.00	-	1.00			
Horas hombre	hh	-	5.00	-	10.00	25.00	-		7.50	-	7.50	7.50	10.00	-		-	-	-	15.00	20.00	10.00		-	5.00	5.00	5.00	-	5.00			
Horas hombre acumuladas	hh	-	5.00	5.00	15.00	40.00	40.00		7.50	7.50	15.00	22.50	32.50	32.50		-	-	-	15.00	35.00	45.00		-	5.00	10.00	15.00	15.00	20.00			
Avance diario	m3	-	1.26	-	3.07	7.50	-		2.10	-	1.90	1.90	2.15	-		-	-	-	3.50	4.50	2.50		-	1.15	1.15	-	1.10	1.05			
Avance acumulado	m3	-	1.26	1.26	4.33	11.83	11.83		2.10	2.10	4.00	5.90	8.05	8.05		-	-	-	3.50	8.00	10.50		-	1.15	2.30	2.30	3.40	4.45			
Ratio de productividad	hh/m3	-	3.97	-	3.26	3.33	-		3.57	-	3.95	3.95	4.65	-		-	-	-	4.29	4.44	4.00		-	4.35	4.35	-	-	4.76			
Ratio de prod. acumulado	hh/m3	-	3.97	3.97	3.46	3.38	3.38		3.57	3.57	3.75	3.81	4.04	4.04		-	-	-	4.29	4.38	4.29		-	4.35	4.35	6.52	4.41	4.49			

		CONCRETO EN VIGUETAS						CONCRETO EN VIGUETAS						CONCRETO EN VIGUETAS							
BLOQUE		"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA							
Descripción	Unid N° Día	01-Feb	02-Feb	03-Feb	04-Feb	05-Feb	06-Feb		08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb		15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb
		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6
# de Obreros	und	-	-	3.00	-	-	-		-	-	-	5.00	5.00	-		-	-	-	-	5.00	-
Horas de jornada	h	-	-	1.00	-	-	-		-	-	-	1.00	1.00	-		-	-	-	-	1.00	-
Horas hombre	hh	-	-	3.00	-	-	-		-	-	-	5.00	5.00	-		-	-	-	-	5.00	-
Horas hombre acumuladas	hh	-	-	3.00	3.00	3.00	3.00		-	-	-	5.00	10.00	10.00		-	-	-	-	5.00	5.00
Avance diario	m3	-	-	1.14	-	-	-		-	-	-	1.24	1.16	-		-	-	-	-	1.18	-
Avance acumulado	m3	-	-	1.14	1.14	1.14	1.14		-	-	-	1.24	2.40	2.40		-	-	-	-	1.18	1.18
Ratio de productividad	hh/m3	-	-	2.63	-	-	-		-	-	-	4.03	4.31	-		-	-	-	-	4.24	-
Ratio de prod. acumulado	hh/m3	-	-	2.63	2.63	2.63	2.63		-	-	-	4.03	4.17	4.17		-	-	-	-	4.24	4.24

	CONCRETO EN CISTERNA							CONCRETO EN CISTERNA						
BLOQUE	"D": ESTRUCTURAS HIDRAULICAS							"D": ESTRUCTURAS HIDRAULICAS						
Descripción	Unid N° Día	01-Feb	02-Feb	03-Feb	04-Feb	05-Feb	06-Feb		08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb
		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6
# de Obreros	und	-	-	-	5.00	-	-		-	-	6.00	-	-	-
Horas de jornada	h	-	-	-	1.00	-	-		-	-	5.00	-	-	-
Horas hombre	hh	-	-	-	5.00	-	-		-	-	30.00	-	-	-
Horas hombre acumuladas	hh	-	-	-	5.00	5.00	5.00		-	-	30.00	30.00	30.00	30.00
Avance diario	m3	-	-	-	1.40	-	-		-	-	5.28	-	-	-
Avance acumulado	m3	-	-	-	1.40	1.40	1.40		-	-	5.28	5.28	5.28	5.28
Ratio de productividad	hh/m3	-	-	-	3.57	-	-		-	-	5.68	-	-	-
Ratio de prod. acumulado	hh/m3	-	-	-	3.57	3.57	3.57		-	-	5.68	5.68	5.68	5.68

	CONCRETO EN COLUMNAS							CONCRETO EN COLUMNAS							CONCRETO EN COLUMNAS							CONCRETO EN COLUMNAS						
BLOQUE	"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA							"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA							"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA							"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						
Descripción	Dia N d	01-Feb	02-Feb	03-Feb	04-Feb	05-Feb	06-Feb		08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb		15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb		22-Feb	23-Feb	24-Feb	25-Feb	26-Feb	27-Feb
		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6
# de Obreros	und	-	-	-	5.00	5.00	-		-	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00		5.00	5.00	5.00	5.00	-	5.00		5.00	5.00	5.00	-	5.00	-
Horas de jornada	h	-	-	-	1.00	1.50	-		-	1.00	1.00	2.50	1.50	2.00		1.00	1.00	2.00	1.00	-	1.00		1.00	1.00	1.00	-	2.00	-
Horas hombre	hh	-	-	-	5.00	7.50	-		-	5.00	5.00	12.50	7.50	10.00		5.00	5.00	10.00	5.00	-	5.00		5.00	5.00	5.00	-	10.00	-
Horas hombre acumuladas	hh	-	-	-	5.00	12.50	12.50		-	5.00	10.00	22.50	30.00	40.00		5.00	10.00	20.00	25.00	25.00	30.00		5.00	10.00	15.00	15.00	25.00	25.00
Avance diario	m3	-	-	-	1.15	1.92	-		-	1.78	1.23	3.45	2.06	2.70		1.78	1.19	2.36	1.10	-	1.64		1.48	1.10	1.57	-	2.19	-
Avance acumulado	m3	-	-	-	1.15	3.07	3.07		-	1.78	3.01	6.46	8.52	11.22		1.78	2.97	5.33	6.43	6.43	8.07		1.48	2.58	4.15	4.15	6.34	6.34
Ratio de productividad	hh/m3	-	-	-	4.35	3.91	-		-	2.81	4.07	3.62	3.64	3.70		2.81	4.20	4.24	4.55	-	3.05		3.38	4.55	3.18	-	4.57	-
Ratio de prod. acumulado	hh/m3	-	-	-	4.35	4.07	4.07		-	2.81	3.32	3.48	3.52	3.57		2.81	3.37	3.75	3.89	3.89	3.72		3.38	3.88	3.61	3.61	3.94	3.94

BLOQUE	
Descripción	Unidad Número Diario
# de Obreros	und
Horas de jornada	h
Horas hombre	hh
Horas hombre acumuladas	hh
Avance diario	m3
Avance acumulado	m3
Ratio de productividad	hh/m3
Ratio de prod. acumulado	hh/m3

CONCRETO EN SOBRECIMENTOS							CONCRETO EN SOBRECIMENTOS							CONCRETO EN SOBRECIMENTOS						
"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA							"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA							"A": ADMINISTRACION Y RESIDENCIA						
	08-Feb	09-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb		15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb		22-Feb	23-Feb	24-Feb	25-Feb	26-Feb	27-Feb
	d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6
	-	5.00	5.00	5.00	5.00	-		5.00	5.00	-	5.00	5.00	5.00		-	-	-	-	-	5.00
	-	2.00	2.00	3.00	4.00	-		1.00	1.00	-	2.00	2.00	1.00		-	-	-	-	-	1.00
	-	10.00	10.00	15.00	20.00	-		5.00	5.00	-	10.00	10.00	5.00		-	-	-	-	-	5.00
	-	10.00	20.00	35.00	55.00	55.00		5.00	10.00	10.00	20.00	30.00	35.00		-	-	-	-	-	5.00
	-	3.20	2.98	4.06	4.92	-		1.67	1.74	-	2.60	2.74	1.50		-	-	-	-	-	1.29
	-	3.20	6.18	10.24	15.16	15.16		1.67	3.41	3.41	6.01	8.75	10.25		-	-	-	-	-	1.29
	-	3.13	3.36	3.69	4.07	-		2.99	2.87	-	3.85	3.65	3.33		-	-	-	-	-	3.88
	-	3.13	3.24	3.42	3.63	3.63		2.99	2.93	2.93	3.33	3.43	3.41		-	-	-	-	-	3.88

BLOQUE	
Descripción	Unidad Número Diario
# de Obreros	und
Horas de jornada	h
Horas hombre	hh
Horas hombre acumuladas	hh
Avance diario	m3
Avance acumulado	m3
Ratio de productividad	hh/m3
Ratio de prod. acumulado	hh/m3

CONCRETO EN COLUMNAS							CONCRETO EN COLUMNAS						
"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTRÓGENO							"C": ALMACÉN Y GRUPO ELECTRÓGENO						
	15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb	19-Feb	20-Feb		22-Feb	23-Feb	24-Feb	25-Feb	26-Feb	27-Feb
	d1	d2	d3	d4	d5	d6		d1	d2	d3	d4	d5	d6
	-	-	-	-	5.00	5.00		-	-	-	5.00	-	-
	-	-	-	-	1.00	1.00		-	-	-	1.00	-	-
	-	-	-	-	5.00	5.00		-	-	-	5.00	-	-
	-	-	-	-	5.00	10.00		-	-	-	5.00	5.00	5.00
	-	-	-	-	1.47	1.50		-	-	-	1.19	-	-
	-	-	-	-	1.47	2.97		-	-	-	1.19	1.19	1.19
	-	-	-	-	3.40	3.33		-	-	-	4.20	-	-
	-	-	-	-	3.40	3.37		-	-	-	4.20	4.20	4.20

ANEXO 5
PANEL DE FOTOS



Fotografía 1. Inventario de triplay fenólico para los encofrados



Fotografía 2. Inicio de vaciado en zapata corrida del bloque A



fotografía 3. Vibrado de concreto en la zapata corrida del bloque A



Fotografía 4. Desencofrado de columnas en el bloque A



Fotografía 5. Vaciado de concreto en placas del bloque A



Fotografía 6. Vaciado y vibrado de concreto en columnas del bloque A



Fotografía 7. Traslado del concreto $F'c: 210 \text{ kg/cm}^2$ para el vaciado de columnas



Fotografía 8. Estructuras de acero de columnas y placas en el bloque A



Fotografía 9. Vaciado de concreto en columnas y viguetas del bloque A



Fotografía 10. Preparación de salidas de instalaciones eléctricas y sanitarias



Fotografía 11. Vaciado y vibrado de los sobrecimientos en el bloque C

ANEXO 6

PLANOS

MEJORAMIENTO DE LA DE SERVICIOS DE SALUD BASICO DEL PUESTO DE SALUD LOS OLIVOS



REGIÓN
TACNA
Juntos por el desarrollo



PROYECTO:

***MEJORAMIENTO DE
LA ATENCION DE
SERVICIOS DE
SALUD BASICO DEL
PUESTO DE SALUD
LOS OLIVOS,
DISTRITO LA
YARADA LOS PALOS
- PROVINCIA DE
TACNA
DEPARTAMENTO DE
TACNA**

ESPECIALIDAD:
ARQUITECTURA

PLANO

**PLANIMETRIA
GENERAL
PRIMER NIVEL**

ESCALA:	FECHA:
INDICADA	FEBRERO 2020

SUB - GERENCIA
DE ESTUDIOS

PROFESIONAL ENCARGADO
ARG. ANNY RAQUEL
VILLALBA PARIHUANA
CAP 11072

FIRMA DEL
PROFESIONAL ENCARGADO:

ANNY R. VILLALBA PARÍHUANA
ARQUITECTA
CAP. 11672

LAMINA
A-03

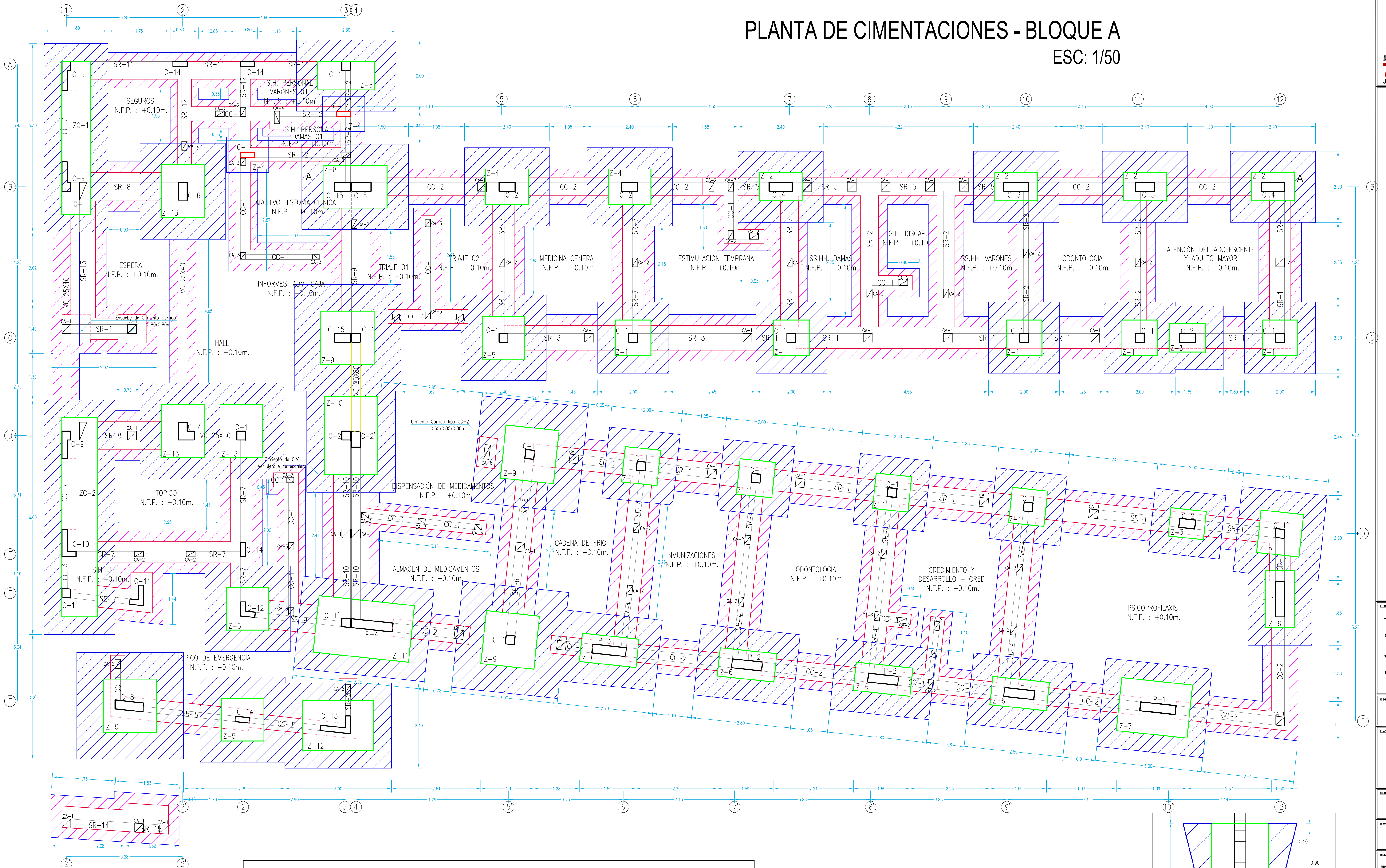


PLANIMETRÍA PRIMER NIVEL

esc. 1/50

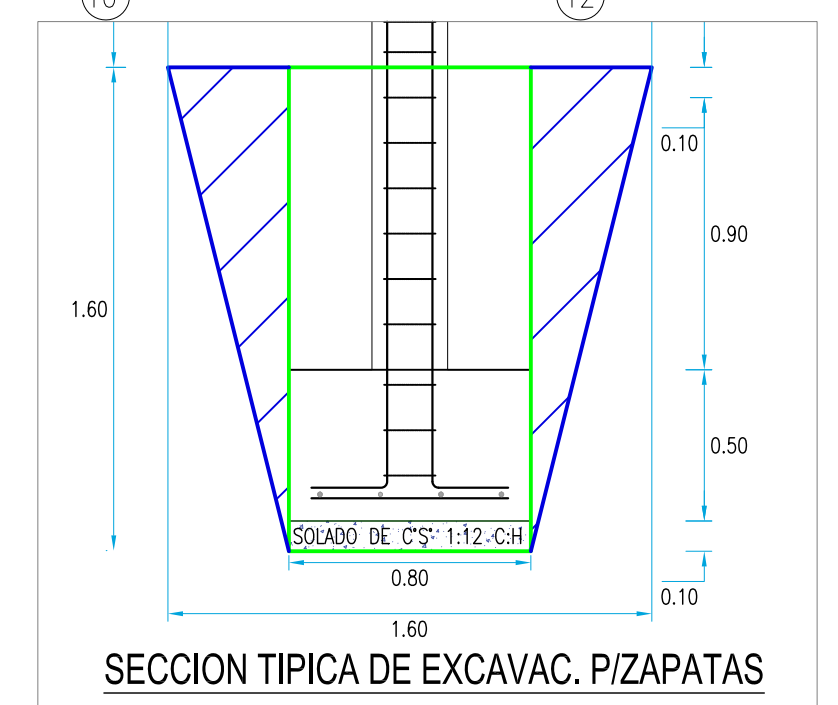
PLANTA DE CIMENTACIONES - BLOQUE A

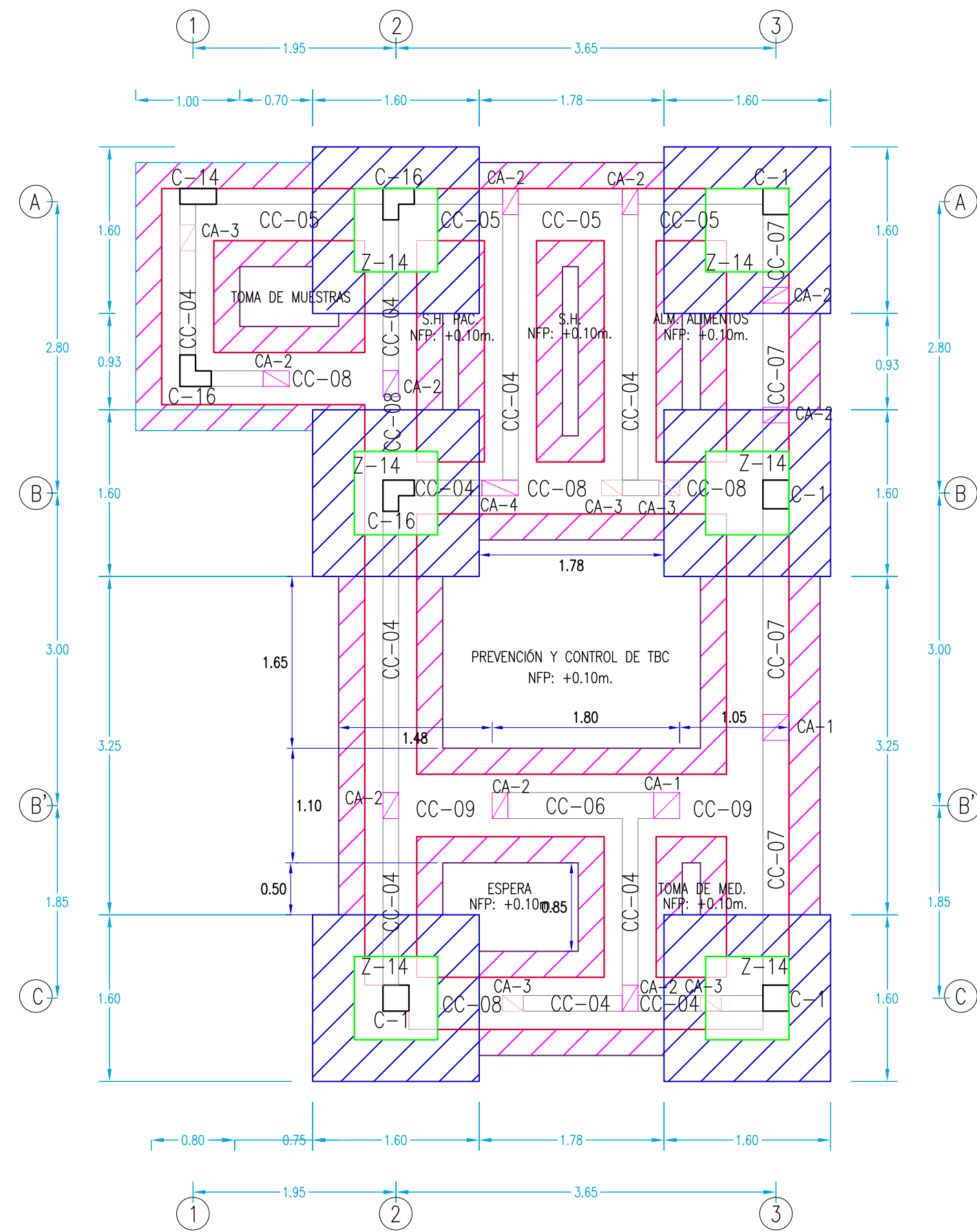
ESC: 1/50



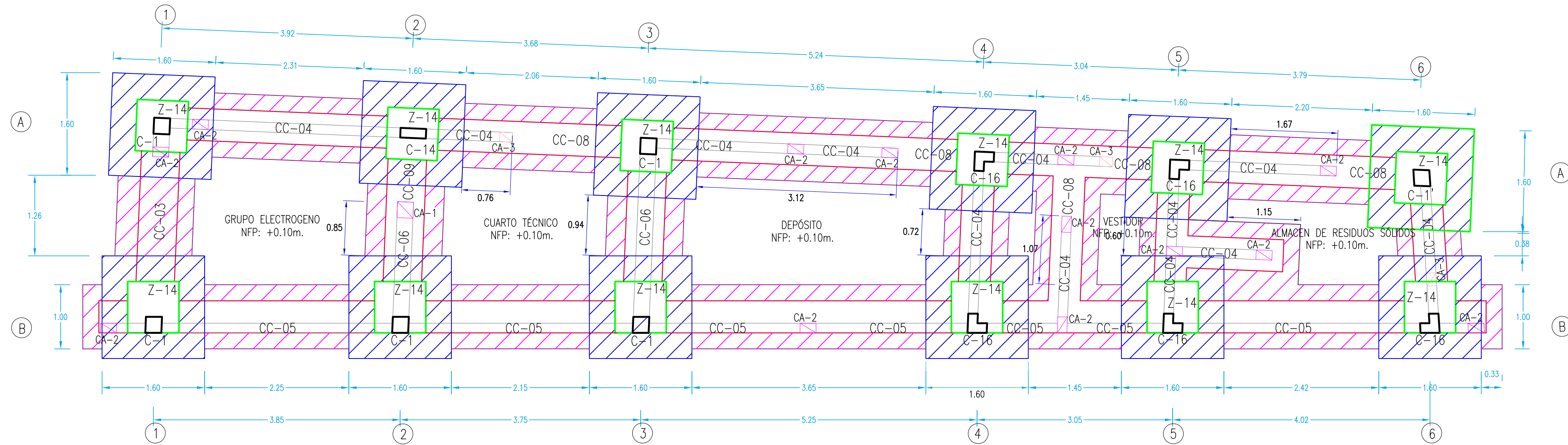
LEYENDA

AREA A EXCAVAR EN CIM. CORR. SEGUN EXP.TECN.		AREA A EXCAVAR EN ZAPATAS SEGUN EXP.TECN.	
AREA A EXCAVAR EN ZAPATAS: MAYOR METRADO		AREA A VACEAR ZAPATA: MAYOR METRADO	
AREA A EXCAVAR EN CIM. CORR.: MAYOR METRADO		AREA A VACEAR COLUMNAS: MAYOR METRADO	

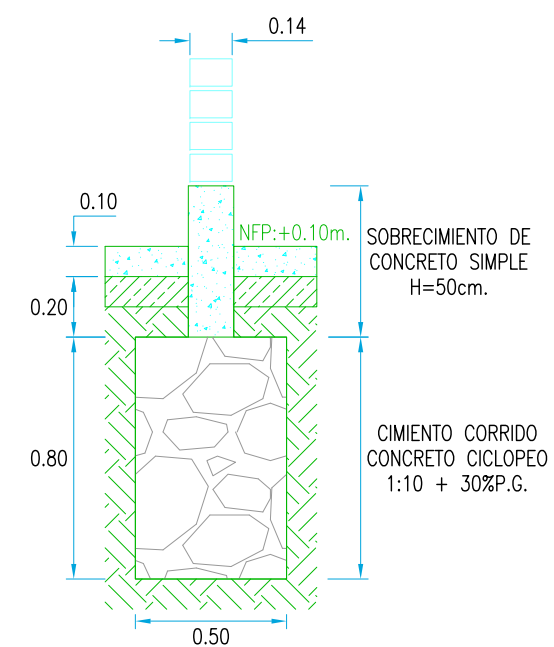




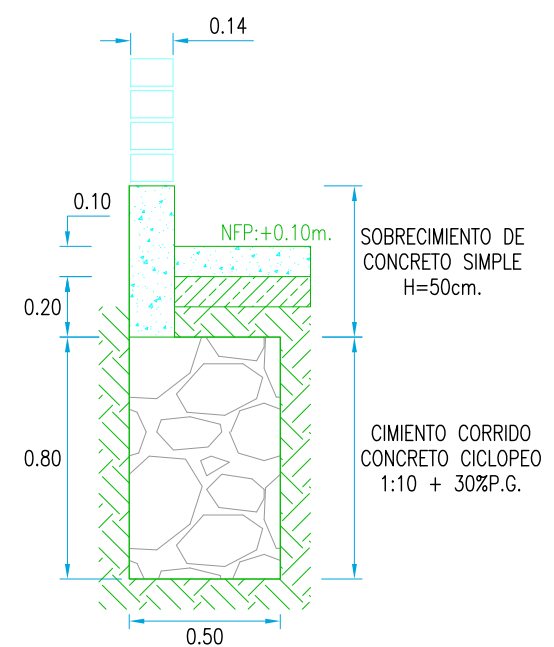
PLANO DE CIMENTACIONES - ZONA MEDICA
ESC: 1/50



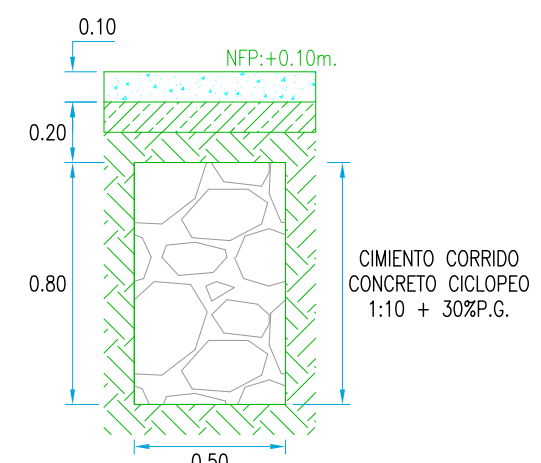
PLANO DE CIMENTACIONES - BLOQUE C
ESC: 1/50



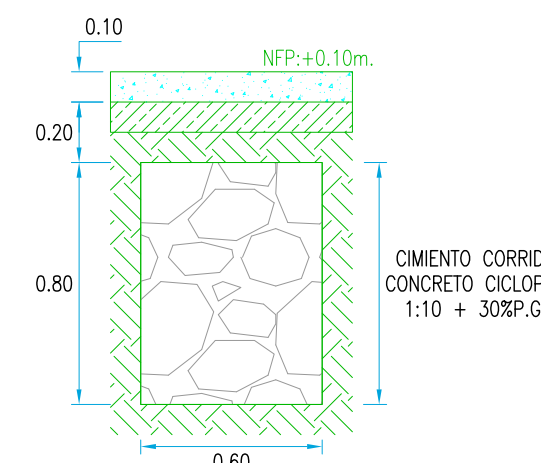
CIMENTO CORRIDO TÍPICO CC-4
ESC: 1/25



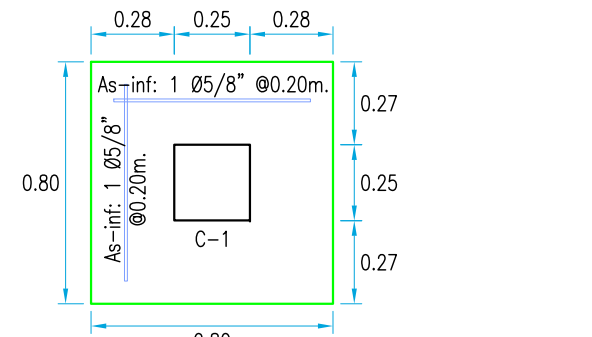
CIMENTO CORRIDO TÍPICO CC-5
ESC: 1/25



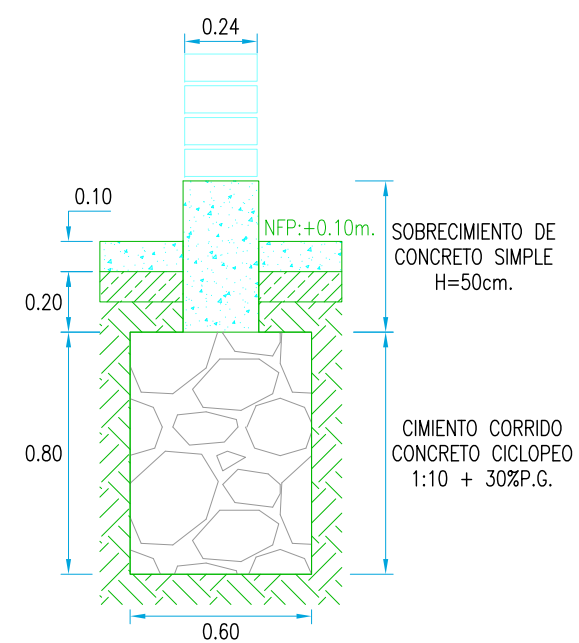
CIMENTO CORRIDO TÍPICO CC-8
ESC: 1/25



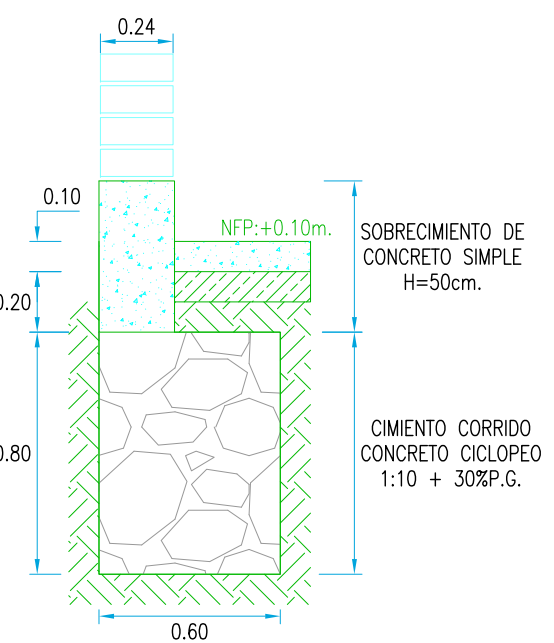
CIMENTO CORRIDO TÍPICO CC-9
ESC: 1/25



DETALLE DE ZAPATA Z-14 TÍPICO

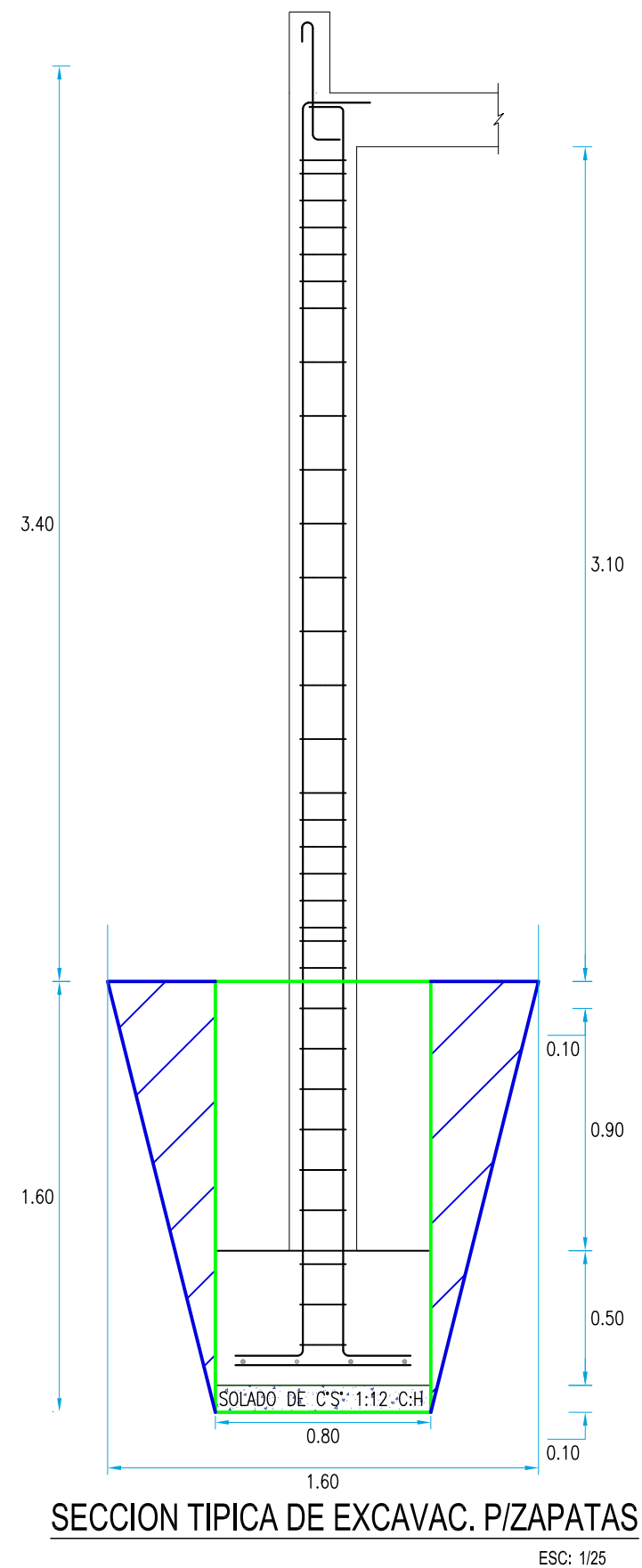


CIMENTO CORRIDO TÍPICO CC-6
ESC: 1/25



CIMENTO CORRIDO TÍPICO CC-7
ESC: 1/25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CONCRETO SIMPLE (CICLOPEO)	
CIMENTOS - SUBZAPATAS :	
f'c : 100kg/cm ² . MEZCLA CEMENTO/HORMIGON EN PROPORCION DE 1:10 + 30% DE PIEDRA GRANDE (MAXIMO Ø 6") C/ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	
SOBRECIMENTOS:	
f'c : 175Kg/cm ² EN PROPORCION SEGUN DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO. C/ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	
CONCRETO ARMADO	
ZAPATAS	f'c : 210 Kg/cm ² C/ADITIVO IMPERMEABILIZANTE
VIGA DE CIMENTACION	f'c : 210 Kg/cm ² C/ADITIVO IMPERMEABILIZANTE
SOBRECIMIENTO ARMADO	f'c : 175 Kg/cm ² C/ADITIVO IMPERMEABILIZANTE
COLUMNAS	f'c : 210 Kg/cm ²
LOSAS ALIGERADA	f'c : 210 Kg/cm ²
ESCALERA	f'c : 210 Kg/cm ²
COLUMNETA DE CONFINAMIENTO	f'c : 210 Kg/cm ² y f'c : 175 Kg/cm ²
VIQUETA DE CONFINAMIENTO	f'c : 175 Kg/cm ²
ACERO	f _y : 4200 Kg/cm ²
SOBRECARGAS	
HABITACIONES Y SSHH	: 200 Kg/m ²
OFICINAS	: 250 Kg/m ²
SALA DE REUNIONES	: 300 Kg/m ²
ESCALERAS Y CORREDORES	: 400 Kg/m ²
CONSULTORIOS	: 300 Kg/m ²
AZOTEA	: 100 Kg/m ²
ALBAÑILERIA	
MUROS	: f'm 65 Kg/cm ²
MORTERO	: TIPO M CON ESPESOR DE JUNTA DE 1.50 cm.
TERRENO - CAPACIDAD PORTANTE (SEGUN E.M.S.)	
TIPO DE SUELO	: S.P.-S.M.
CIMENTACION CUADRADA	
PROFUNDIDAD DE CIMENTACION:	Df: 1.50m B: 1.00m
CAPACIDAD PORTANTE:	a'1 : 0.75 Kg/cm ² (SEGUN E.M.S.)
PROFUNDIDAD DE CIMENTACION:	Df: 2.00m B: 1.00m
CAPACIDAD PORTANTE:	a'1 : 0.97 Kg/cm ² (SEGUN E.M.S.)
CIMENTACION CORRIJA	
PROFUNDIDAD DE CIMENTACION:	Df: 1.00m B: 0.50m
CAPACIDAD PORTANTE:	a'1 : 0.55 Kg/cm ² (SEGUN E.M.S.)
PROFUNDIDAD DE CIMENTACION:	Df: 2.00m B: 0.50m
CAPACIDAD PORTANTE:	a'1 : 0.93 Kg/cm ² (SEGUN E.M.S.)
RECUBRIMIENTOS	
ZAPATAS	: 7.50 cm.
VIGA CIMENTACION	: 5.00 cm.
SOBRECIMIENTO	: 2.50 cm.
SOBRECIMIENTO ARMADO	: 2.50 cm.
COLUMNAS Y VIGAS	: 4.00 cm.
LOSAS ALIGERADAS	: 2.50 cm.
ESCALERAS Y VIGAS CHATAS	: 2.50 cm.
COLUMNETAS Y VIQUETAS	: 2.50 cm.
NOTAS GENERALES	
- Vaciar columnas amarradas a los muros en forma dentada.	
- Evitar empalmes y traslapes en zonas de máximo esfuerzo.	
- Curar concreto por vía húmeda.	
- Usar cemento tipo IP C/Aditivo Impermeabilizante en estructuras en contacto d/terreno	
- Pintar con asfalto las superficies en contacto con el suelo, en vigas de cimentación, columnas y sobrecimientos.	
- Se rellenará con afirmado los espacios vacíos generados después del vaciado de la zapata, viga de cimentación y cimiento corrido.	



SECCION TIPICA DE EXCAVAC. P/ZAPATAS
ESC: 1/25

LEYENDA	
AREA A EXCAVAR EN ZAPATAS SEGUN EXP.TECN.	
AREA A EXCAVAR EN CIM. CORR. SEGUN EXP.TECN.	
AREA A EXCAVAR EN ZAPATAS: MAYOR METRADO	
AREA A EXCAVAR EN CIM. CORR.: MAYOR METRADO	