

**Desarrollo de guía para  
aceptación de procesos  
constructivos para la elaboración  
de viviendas de la empresa  
Desarrollos Técnicos S.A.**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN**  
**CONSTANCIA DE PRESENTACIÓN PÚBLICA DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**Desarrollo de guía para la aceptación de procesos constructivos para la elaboración de viviendas en la empresa Desarrollos Técnicos S.A.**


Llevado a cabo por el estudiante:

Sancho Pozuelo Alvaro José

Carné: 2019036491

Trabajo Final de Graduación presentado públicamente ante el Tribunal Evaluador el lunes 08 de setiembre de 2025 como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

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

 Firmado digitalmente por JOSE ANDRES ARAYA OBANDO (FIRMA)  
Fecha: 2025.09.23 13:00:24 -06'00'

Dr. Ing. José Andrés Araya Obando  
Director de Escuela

**Camilo Vargas**

Firmado digitalmente por Camilo Vargas  
DN: cn=Camilo Vargas, gn=Camilo Vargas, c=CR, Costa Rica, l=CR Costa Rica, e=cvargascorrales@gmail.com  
Motivo: He revisado este documento  
Ubicación:  
Fecha: 2025-09-17 07:29-06:00

Ing. Camilo Vargas Corrales, MAP  
Profesor Guía

MAURICIO ESTEBAN ARAYA RODRIGUEZ (FIRMA)  
Firmado digitalmente por MAURICIO ESTEBAN ARAYA RODRIGUEZ (FIRMA)  
Fecha: 2025.09.17 19:18:36 -06'00'

Ing. Mauricio Araya Rodríguez  
Profesor Lector

MILTON ANTONIO SANDOVAL QUIROS (FIRMA)  
Firmado digitalmente por MILTON ANTONIO SANDOVAL QUIROS (FIRMA)  
Fecha: 2025.09.16 11:20:51 -06'00'

Ing. Milton Sandoval Quirós, MAE  
Profesor Observador

# Resumen

Este proyecto generó una guía para el control de calidad de los procesos constructivos llevados a cabo por la empresa Desarrollos Técnicos S.A. La problemática que poseía la empresa es que no contaban un sistema estandarizado para mantener el control de calidad durante la elaboración de las viviendas dentro del condominio, esto ha llevado a que en los proyectos se presenten atrasos o retrocesos debido a errores que no fueron identificados previamente, resultando en pérdidas económicas. Mediante los estudios de los procesos realizados, la consulta a la documentación nacional e internacional y las recomendaciones de las buenas prácticas constructivas se dio paso a la creación de la guía. En base a esta información la herramienta fue planteada como un sistema checklist, el cual luego fue aprobado y actualizado a un formato de aplicación Android, facilitando el uso durante las revisiones que hicieron con ella. Para complementar la guía se agregó un plan de calidad con el cual se establecieron los roles de los encargados del proyecto para usar la herramienta y cómo proceder en base a sus resultados. Con estos 2 productos la empresa contará con lo necesario para tener un proceso estandarizado para el proyecto del condominio Río Plata, o inclusive otros proyectos si se realizan las modificaciones deseadas a los productos.

**Palabras clave:** Proceso Constructivo, Etapa Constructiva, Criterio de aprobación, norma técnica, control de calidad

# Abstract

This project generated a guide for quality control of the construction processes carried out by Desarrollos Técnicos S.A. The company's problem was that they did not have a standardized system for maintaining quality control during the construction of the homes within the condominium. This has led to delays or setbacks in projects due to previously unidentified errors, resulting in economic losses. Through studies of the processes carried out, consultation with national and international documentation, and recommendations of good construction practices, the guide was created. Based on this information, the tool was proposed as a checklist system, which was then approved and updated into an Android application format, facilitating its use during reviews conducted with it. To complement the guide, a quality plan was added, which established the roles of those responsible for the project in using the tool and how to proceed based on its results. With these two products, the company will have everything it needs to have a standardized process for the Río Plata condominium project, or even for other projects if the desired modifications are made to the products.

**Keywords:** Construction Process, Construction Stage, Approval Criteria, Technical Standard, Quality Control

# **Desarrollo de guía para aceptación de procesos constructivos para la elaboración de viviendas de la empresa Desarrollos Técnicos S.A.**

ÁLVARO SANCHO POZUELO

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

Junio del 2025

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

# Tabla de Contenido

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	4
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	9
Objetivos .....	11
Alcance y limitaciones .....	12
Agradecimientos .....	12
<b>CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO</b> .....	13
<b>1.1 Constructora Desarrollos Técnicos S.A.</b> .....	13
1.1.1 Condominio Río Plata .....	13
<b>1.2 El concepto de calidad en la construcción</b> .....	18
<b>1.3 El proceso constructivo</b> .....	19
1.3.1 Estandarización de procesos.....	20
1.3.2 Normativas de construcción.....	21
1.3.3 Elementos constructivos.....	22
<b>1.4 Control de calidad</b> .....	22
1.4.1 Criterios de aceptación .....	23
1.4.2 Tolerancias .....	23
1.4.3 Variables e instrumentos de medición.....	24
1.4.4 Prevención de errores.....	27
1.4.5 Corrección de errores .....	29
<b>1.5 Guía de aceptación</b> .....	30
<b>CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA</b> .....	31
<b>2.1 Tipo de investigación a realizar</b> .....	31
<b>2.2 Determinar los procesos constructivos críticos para los proyectos de vivienda y el estado actual del control de calidad de la empresa.</b> .....	31
2.2.1 Recolección de información sobre los procesos constructivos en el condominio .....	32
2.2.2 Entrevistar a funcionarios de la empresa para determinar el estado actual del control de calidad en los procesos constructivos .....	32
<b>2.3 Analizar los criterios de calidad a evaluar en cada proceso constructivo dentro de la guía de control.</b> .....	33

2.3.1 Investigar los detalles constructivos y especificaciones técnicas presentes en los planos y documentos de la empresa con respecto a cada proceso constructivo. ....	33
2.3.2 Identificar parámetros relacionados a cada proceso constructivo que aparezca en los documentos de normativa nacional. ....	34
2.3.3 Asignar los criterios técnicos a cada etapa o proceso de la guía .....	34
<b>2.4 Desarrollar la estructura de la guía para el control de calidad de los procesos constructivos .....</b>	<b>35</b>
2.4.1 Determinar la herramienta o método con el cual se hará la guía. ....	35
2.4.2 Diseñar la guía para su uso en campo.....	36
<b>2.5 Determinar la efectividad de la guía mediante su aplicación en un escenario real. ....</b>	<b>36</b>
2.5.1 Seleccionar procesos piloto para evaluación de la guía.....	36
2.5.2 Aplicar la guía para el control de los procesos constructivos seleccionados para evaluar su desempeño.....	37
2.5.3 Aplicar la versión final de la guía para verificar su alcance y viabilidad.....	37
<b>2.6 Generar un plan para el control de calidad que incluya y recomiende como usar la guía y sus resultados. ....</b>	<b>38</b>
2.6.1 Investigar metodologías de control de calidad para implementar al formato deseado para el proyecto. ....	38
2.6.2 Proponer el plan de control de calidad con base en la guía de control y requisitos de la empresa. .	38
<b>CAPÍTULO 3: RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
<b>3.1 Procesos constructivos críticos identificados en la elaboración de viviendas.....</b>	<b>39</b>
3.1.1 Desglose de etapas constructivas por sus procesos respectivos .....	40
3.1.2 Estado actual del control de calidad en procesos críticos.....	57
3.1.3 Listado de procesos y actividades críticas para el control de calidad .....	62
<b>3.2 Definición de los criterios de calidad para la aceptación de los procesos críticos.....</b>	<b>67</b>
3.2.1 Parámetros identificados en documentación técnica de la empresa.....	67
3.2.2 Parámetros identificados en documentación técnica nacional .....	71
3.2.3 Parámetros identificados en documentación técnica internacional .....	73
3.2.4 Parámetros basados en buenas prácticas constructivas. ....	77
3.2.5 Propuesta de guía para control de calidad .....	82
<b>3.3 Sistema para el uso de la guía para control da calidad propuesta.....</b>	<b>85</b>
3.3.1 Programa y lenguaje de programación para la creación de la aplicación .....	85
3.3.2 Funcionamiento de la aplicación Control DS.....	86
<b>3.4 Aplicación de la guía en campo.....</b>	<b>92</b>
3.4.1 Selección e inspección de viviendas .....	92
3.4.2 Evaluación del uso de la aplicación.....	105
<b>3.5 Plan para control de calidad en el proyecto Río Plata. ....</b>	<b>108</b>
3.5.1 Contenido del plan de calidad. ....	108
3.5.2 Matriz RACI y delegación de roles para el personal. ....	111
3.5.3 Herramientas para medición de parámetros. ....	115
3.5.5 Formato para documento del plan de calidad.....	117

<b>CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b> .....	<b>118</b>
4.1 Procesos constructivos críticos identificados en la elaboración de vivienda .....	<b>118</b>
4.2 Definición de los criterios de calidad para la aceptación de los procesos críticos.....	<b>121</b>
4.3 Sistema para el uso de la guía para control de calidad propuesta.....	<b>124</b>
4.4 Aplicación de la guía en campo.....	<b>124</b>
4.5 Plan para control de calidad en el proyecto Río Plata. ....	<b>125</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>127</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>131</b>
<b>APÉNDICES</b> .....	<b>137</b>
Apéndice 1. Encuesta de métodos actuales para la revisión de procesos constructivos realizados en el condominio Río Plata .....	138
Apéndice 2. Encuesta de procesos críticos para el control de calidad en el condominio Río Plata .....	144
Apéndice 3. Respuestas a la encuesta de métodos actuales para la revisión de procesos constructivos realizados en el condominio Río Plata .....	150
Apéndice 4. Respuestas a la encuesta de procesos críticos para el control de calidad en el condominio Río Plata .....	161
Apéndice 5. Propuesta de herramienta para control de calidad .....	167
Apéndice 6. Cuadro de evaluación para la guía de calidad y respuestas de funcionarios .....	193
Apéndice 7. Manual para el plan de control de calidad para el condominio Río Plata .....	198
<b>ANEXOS</b> .....	<b>205</b>
Anexo 1. Cronograma de la empresa para la ejecución de una obra .....	206

# Resumen ejecutivo

La empresa constructora Desarrollos Técnicos S.A., con más de 45 años de experiencia en el mercado de la elaboración de viviendas familiares ha solicitado ayuda para solventar sus problemas de control de calidad. La empresa comentó que en el condominio Río Plata, ubicado en Piedades de Santa Ana, ellos han sido los encargados de construir las viviendas para este condominio (como las vistas en la **Figura 1**) y es en estas obras que han ocurrido problemas con la calidad de los elementos construidos. La empresa comenta que esto es debido que no tienen un sistema estandarizado para el control de calidad, lo cual ha llevado a la aparición de errores en los procesos los cuales repercuten en reprocesos y gastos adicionales para la empresa.

*Figura 1. Vista general del condominio Río Plata.*



Como solución a esta problemática se plantea la creación de una guía de control de calidad, la cual contendría parámetros de aceptación con los cuales evaluar que un proceso se realizó de manera correcta. Para llegar a esta guía se plantean 5 objetivos, el primero es determinar los procesos constructivos que se llevan a cabo en la elaboración de las viviendas que deben ser considerados en la guía y el estado actual del control de calidad que maneja la empresa. Con lo cual obtenemos el desglose de procesos constructivos que la guía debe evaluar y el estado actual del control de calidad que la empresa maneja el cual deberá tomarse a consideración para el desarrollo de la guía. Seguidamente, se procede a determinar los criterios a evaluar en cada proceso constructivo según lo requerido por planos de diseño y normas técnicas, con lo cual creamos la lista de criterios de aceptación que cada proceso deberá cumplir para garantizar los estándares de calidad en la obra. Con los procesos constructivos y criterios identificados, se puede generar la propuesta inicial de

la guía y cómo funcionaría. Para mejorar la propuesta, se procede a desarrollar la estructura de la guía con los elementos necesarios para la integración de los criterios y procedimientos requeridos para el correcto control, evaluación y aceptación de la calidad de los procesos constructivos. Generando así, la versión final de la guía con un formato más dinámico. Posteriormente, se procede a determinar la efectividad de la guía mediante su aplicación en un escenario real para la determinación de oportunidades de mejora a los procesos propuestos. Con lo cual obtenemos un diagnóstico o evaluación de la guía por parte de la empresa el cual determinara la viabilidad de esta herramienta y si es necesario realizar modificaciones o adiciones. El último objetivo sería generar un plan para control de calidad donde se recomiende cómo la empresa debe almacenar, interpretar y responder a los resultados que se obtengan implementando la guía. Este plan resultaría en un documento aparte resumiendo las responsabilidades básicas de cada individuo involucrado en el control de calidad de la obra antes, durante, y después de la aplicación de la guía en los procesos constructivos.

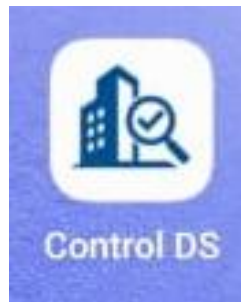
Para la identificación de los procesos constructivos que irán en la guía el primer paso fue la revisión de la documentación de la empresa y el segundo la inspección de campo de las viviendas que están en obra. También se evaluó el estado actual de las actividades de control de calidad que la empresa tenía en pie como parte del diagnóstico de la obra. Seguidamente, los procesos identificados fueron organizados en orden cronológico y dentro de la etapa en la que se realizaban, para después asignarles un estado de prioridad entre “bajo”, “intermedio” y “alto”. Los procesos categorizados como altos e intermedios serán tomados como parte del listado final para comenzar la guía de control de calidad con base a ellos.

Con los procesos identificados, se procede a la identificación de los parámetros de aceptación los cuales se obtuvieron a partir de tres fuentes: normativa nacional, normativa internacional y documentación de buenas prácticas constructivas. En el caso de la normativa nacional se consultó el Código Sísmico de Costa Rica y el Reglamento de construcciones del INVU. Para las fuentes internacionales se consultaron las normas ACI, específicamente la ACI 117-10, ACI 530.1, y ACI 347; también se consultaron las normas ASTM, precisamente la ASTM D1557, ASTM A500, ASTM A615, ASTM C33 Y ASTM C39. Con respecto a las buenas prácticas constructivas, esta sección abarca un número de parámetros determinados a partir de manuales o documentación de fuentes relacionadas a la construcción, pero no poseen un respaldo técnico general. Esta sección sirve para contemplar procesos que, aunque no tengan establecidos parámetros técnicos para realizarse, sí existe documentación con recomendaciones que pueden servir para el mismo propósito.

Así mismo, se procedió con la creación de una propuesta de la guía, la cual consiste en un sistema tipo checklist donde se desplegaría cada etapa junto a sus procesos respectivos y los criterios para aceptar dichos procesos. Este formato propuesto fue evaluado por los profesionales y con visto bueno se procedió a mejorar

el sistema de la guía por medio de una aplicación. Se hizo uso de la herramienta de programación Android Studios para crear esa nueva versión de la guía, la cual mantuvo el formato original y facilitó su uso por medio de una interfaz sofisticada. Por último, esta aplicación la cual se nombró “Control DS”, y su logo se observa en la **Figura 2**, fue sometida a pruebas de campo donde se utilizó para evaluar 3 viviendas en diferentes etapas. Al usar la guía, se determinó que 2 de las 3 viviendas revisadas aprobaron los procesos que se revisaron y en el caso de la vivienda rechazada se adjuntaron observaciones del porque sus procesos no cumplieron con lo requerido en la guía. Al mismo tiempo que se revisaron estas viviendas, los profesionales evaluaron la aplicación y determinaron que era apropiada para el uso en el condominio.

**Figura 2.** Logo de la aplicación Control DS.



Finalmente, con la guía aprobada, se procedió a crear el plan complementario el cual fue nombrado “Plan de control de calidad para el condominio Río Plata” (**Figura 3**). Este documento tiene el objetivo de plantear los roles y tareas que las personas involucradas en el proyecto deben seguir para utilizar la guía y responder a los resultados dados por ella. El planteamiento de un plan de calidad se realizó gracias a la ISO 10005:2018, el cual brindaba instrucciones para la definición del alcance, objetivos, personal y recursos que un documento como estos debería contemplar. Con respecto al personal, también fue de ayuda las matrices RACI para determinar los roles que cada miembro tenía con respecto al desarrollo de las tareas, para hacer funcionar el plan. Con estos 2 productos que se entregarán a la empresa, se espera solucionar la falta de un sistema de calidad óptimo a las necesidades de la obra.

**Figura 3.** Portada del manual para el plan de calidad.



El desarrollo de esta investigación llevó a una serie de importantes conclusiones sobre el control de calidad y su importancia para la empresa y la industria de la construcción en sí. Primero, la revisión en campo es una herramienta esencial para contrastar o comparar lo teórico con la realidad, lo cual fue vital para verificar y expandir las etapas y procesos constructivos que se llevaban a cabo en el proyecto de Río Plata. Con respecto a los criterios de aceptación, la revisión de la normativa nacional en conjunto a la internacional es vital para el planteo de estándares de aceptación, gracias a que garantizan una fuente estandarizada y acreditada por entidades especializadas. En el caso de la guía creada y su formato en aplicación, el uso de herramientas de programación es una ventaja gracias a su capacidad para facilitar el uso de herramientas o sistemas destinados a diversos propósitos, en este caso para la revisión de criterios de aceptación de calidad. Por último, el plan de calidad fue creado al utilizar las matrices RACI y la ISO 10005:2018 gracias a su función, base para definir los aspectos de este documento como el alcance, objetivos, tareas y los responsables de ejecutar las actividades.

Con base a las investigaciones y resultados encontrados durante el desarrollo de este proyecto, se hacen una serie de recomendaciones para el uso de la guía y el control de calidad en general. Además, se recomienda que la empresa someta la guía a más revisiones para verificar que todos los procesos y criterios necesarios fueran introducidos en ella, lo cual también verifica que todos los aspectos relevantes de la normativa técnica nacional e internacional fueron considerados. Con respecto al plan de calidad y su aplicación, se encarga su revisión para confirmar que todas las actividades y roles asignados cumplan con lo requerido para mantener la calidad de las obras según se necesite. Una vez realizado esto, se deberá proceder con la capacitación del personal para el uso de la guía y del plan.

La creación de estas herramientas no solo fue útil para Desarrollos Técnicos S.A., también los estudios realizados pueden utilizarse para expandir las metodologías empleadas en el área de la construcción para el control de calidad, el cual es un tema muy amplio debido a la variedad de proyectos que se realizan en esta área de la ingeniería. Otra ventaja de este proyecto es que permite avances en 2 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU. El primero es el objetivo 12 “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenible” por medio de la implementación de la guía de control de calidad, evitando que aparezcan errores que requieran gastar materiales adicionales para corregirlos, de esta manera se reduciría el desperdicio. El segundo objetivo es el 9 “Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación”, ya que con el uso de la guía las obras de las viviendas se volverán más confiables y resilientes, si se respeta el diseño propuesto.

# Introducción

La calidad es la cualidad que define a cualquier obra civil, no importa que tan rápido o barato sale un proceso, si los estándares requeridos no se cumplen, entonces la construcción perderá su valor y la reputación del responsable quedará manchada. Por esta razón, se deben realizar procesos de control presentes durante cada etapa constructiva para garantizar la calidad del proyecto. Este proceso de control es la problemática que la empresa Desarrollos Técnicos S.A. desea solventar, una empresa dedicada al desarrollo de viviendas por más de 45 años en nuestro país.

Durante el avance de la construcción simultánea de varias viviendas del condominio Río Plata, la empresa se percató que no han sido capaces de mantener un control de calidad estandarizado y riguroso en cada una de las viviendas debido a la gran cantidad que se están elaborando y la falta de personal profesional para la inspección. Adicionalmente, cada vivienda se encuentra en una etapa constructiva diferente a las demás, por lo cual, el poco personal que supervisa se le dificulta verificar o comprobar que un proceso se esté llevando a cabo bien. Debido a esto, la empresa ha experimentado atrasos por revisiones tardías, o inclusive reprocesos debido a un proceso que se llevó a cabo de manera incorrecta y el producto final presentó irregularidades o fallas que tendrán que ser corregidas antes de continuar. Estos atrasos o reprocesos solo generan más pérdidas económicas para la empresa en forma de la mano de obra y materiales que quedaron a la espera de continuar con la obra o que se tuvieron que conseguir para reparar un elemento defectuoso.

El control de calidad no solo es vital para mantener el ingreso económico de la empresa, sino también para mejorar la calidad de las viviendas que les entregan a las familias de este país, en especial debido a un incremento de viviendas defectuosas. Según un estudio del Centro de Estudios del Negocio Financiero e inmobiliario (CENFI) en el 2023 se reportan más de 136, 778 viviendas con problemas materiales lo cual agrava el déficit de viviendas que el país debe solventar para darle hogar a las nuevas familias que surgen (Ramírez, 2023).

Dada esta problemática, se plantea la creación de una guía de control de calidad que estandarice los parámetros necesarios para aceptar que los procesos constructivos se están realizando de manera óptima. Además, la guía no solo dará un control de calidad con base a lo solicitado por la compañía, sino también se buscará complementar con requisitos estipulados en normativas técnicas de nuestro país, para asegurar la integridad de la obra. Entre estas se encuentra el Código Sísmico de Costa Rica el cual “establece los requisitos mínimos para el análisis, diseño y construcción sismorresistente de edificaciones y obras afines

que se construyan en el territorio de la República de Costa Rica.” (CSCR, 2010). Otra normativa por considerar en la guía es el Reglamento de Construcciones del INVU cuyo objetivo es “fijar las normas para la planificación, diseño y construcción de edificaciones y obras de infraestructura urbana, en lo relativo a la arquitectura e ingenierías. Lo anterior, con la finalidad de garantizar en edificaciones y otras obras, solidez, estabilidad, seguridad, salubridad, iluminación y ventilación adecuadas.” (INVU, 2022) Cabe mencionar que las normativas mencionadas también dependen de criterios establecidos por otros sistemas internacionales como la ASTM o la ACI, los cuales se toman en consideración. Asimismo, se buscará completar la guía con parámetros establecidos a partir de documentación dedicada a las buenas prácticas constructivas o la investigación de la calidad en la construcción, como el caso del proyecto de Jiménez (2023), “Guía de criterios de aceptación para la recepción de los procesos constructivos de las viviendas en serie del condominio Vistas del Bosque de la empresa Constructora ALFA S.A”. Además de la guía, se complementará con un plan de calidad que determine los roles y tareas que los funcionarios de la empresa deberán hacer para el uso de la guía y las medidas a tomar a partir de los resultados que se obtengan. Para la creación de este plan, se emplearán las recomendaciones técnicas dadas por bibliografía enfocada en esta temática como las normas ISO o el caso del libro de Bautista y Sabador (2004) titulado “Calidad del diseño en la construcción”, el cual busca “aportar ideas sobre como realizar un proyecto en condiciones tales que les permita garantizar el mismo con un grado de calidad elevado” (Bautista & Sabador, 2004, p.79)

El uso de una guía en conjunto al plan de control de calidad permitirá que el personal se mantenga pendiente del estado de la obra, los procesos que se deberán revisar y qué hacer en el caso de encontrar un error en la construcción de la vivienda, adicionalmente la guía deberá ser diseñada para que sea un sistema de control estándar para todas las viviendas de la empresa ya que, a pesar de que existen variaciones en la distribución de cada una de las casas, los procesos constructivos implementados en cada una de las viviendas son prácticamente los mismos. Esta guía puede ser un modelo para cumplir con 2 Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU. El primero es el objetivo 12 “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenible”, precisamente en según el punto 12.5 que plantea reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización. Al implementar la guía como control de calidad se incurrirán en menos errores que requieran gastar materiales adicionales para corregirlos de esta manera reducción el desperdicio. El segundo objetivo es el 9 “Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación”, el punto 9.1 menciona que una de las formas de cumplir con este objetivo es que las estructuras desarrolladas sean viables, resilientes y de calidad. Con el uso de la guía se espera mejorar el control de calidad de las obras, por lo cual, las viviendas se volverían más fiables y resilientes si se respeta el diseño propuesto.

# Objetivos

Con base en la problemática que presenta la empresa y el resultado que esta investigación quiere llegar a obtener para solventar dicha problemática, se presentan los objetivos necesarios para cumplir con esta labor. Cada uno de ellos se plantean considerando la necesidad de determinar el contenido de la guía, el formato que se le debe dar, evaluar su viabilidad y, por último, presentarla junto a la documentación que exponga cómo debe ser utilizada por la empresa para mantener los estándares de calidad.

## Objetivo general

- Desarrollar una guía para el control de calidad y aceptación de procesos constructivos para la elaboración de viviendas de la empresa Desarrollo Técnicos S.A.

## Objetivos específicos

- Determinar los procesos constructivos que se llevan a cabo en la elaboración de las viviendas que deben ser considerados en la guía, y el estado actual del control de calidad que presenta la empresa.
- Determinar los criterios a evaluar en cada proceso constructivo, según lo requerido por planos de diseño y normas técnicas.
- Desarrollar la estructura de la guía con los elementos necesarios para a integración de los criterios y procedimientos requeridos para el correcto control, evaluación y aceptación de la calidad de los procesos constructivos.
- Determinar la efectividad de la guía mediante su aplicación en un escenario real, para la determinación de oportunidades de mejora a los procesos propuestos.
- Generar un plan para control de calidad donde se recomiende cómo la empresa debe almacenar, interpretar y responder a los resultados que se obtengan, implementando la guía.

# Alcance y limitaciones

Este proyecto solo se centrará en el control de calidad para la elaboración de las viviendas en el condominio Río Plata, lo cual conlleva a un alcance simple y con una serie de limitaciones. En temas del alcance, los procesos constructivos estudiados, los criterios de evaluación, la creación de la guía y la implementación del plan de calidad, solo se relacionarán a los procesos, normativas y estándares relacionados a la elaboración de viviendas y en las especificaciones únicas para las viviendas elaboradas por Desarrollos Técnicos S.A.

Por esta razón, la guía no podrá ser aplicada para control de calidad en obras que no sean para construcción de viviendas o viviendas con procesos muy diferentes a los implementados por Desarrollos Técnicos S.A. Además, por los diferentes tiempos de ejecución de los proyectos y el tiempo requerido para evaluar, posibles limitaciones incluyen la omisión de procesos constructivos, insuficiente cantidad de criterios de evaluación para verificar la calidad de los procesos y la posibilidad de no poder evaluar la herramienta en todos los procesos que contiene debido al avance de los proyectos.

Los productos generados a partir de este proyecto serán la guía y el plan de calidad. Esta guía será el elemento principal del proyecto y abarcará la mayor parte de la investigación. El plan de calidad tendrá el propósito de brindar las bases sobre cómo implementar la guía y cómo proceder con los resultados que esta produzca. No obstante, el plan será un producto complementario, destinado a ofrecer un concepto sencillo de cómo aplicar herramientas de control de calidad. Por lo tanto, este es un documento que puede y debería ser ampliado según las necesidades de la empresa.

# Agradecimientos

En primer lugar, quisiera agradecerle a mi familia por el apoyo y ayuda incondicional que me han brindado, lo cual me ha permitido llegar a este momento de mi vida personal y profesional. En especial a mis padres por darme todo lo que necesité y más, para llegar hasta aquí. También quisiera extender mi agradecimiento a mi amigo Jose Daniel Madrigal Gamboa, su ayuda y conocimiento en programación de sistemas fue esencial para cumplir con los objetivos de este proyecto, algo que hubiera sido imposible usando solo mis habilidades. Igualmente, agradezco al personal de la empresa Desarrollos Técnicos S.A., por permitirme trabajar junto a ellos, no solo en el desarrollo de este proyecto, sino también en la experiencia ganada trabajando en la elaboración de viviendas. Por último, quisiera agradecerle al profesor Camilo Vargas Corrales, por su ayuda como profesor tutor para el desarrollo de este proyecto demostrando un gran interés y apoyo en esta última etapa de mi vida académica.

# Capítulo 1: Marco teórico

A continuación, se expondrán los conceptos teóricos utilizados para la formación de este proyecto. Se incluye la información necesaria para interpretar el concepto de la calidad en la construcción con base en qué son los procesos constructivos, qué normativas o estándares se utilizan para mantener dicha calidad, y los métodos o criterios para la medición de la calidad. Adicionalmente, se brindará información general de la constructora Desarrollos Técnicos S.A. y de las obras constructivas realizados por ellos, las cuales serán el enfoque de la herramienta realizada.

## 1.1 Constructora Desarrollos Técnicos S.A.

Desarrollos Técnicos S.A., es una empresa constructora nacional con más de 40 años de experiencia en el mercado enfocado en la construcción de viviendas familiares. En estas décadas han construido y entregado más de 3 mil viviendas en diversos proyectos a lo largo de la GAM (Gran Área Metropolitana). Actualmente, la empresa opera por medio de la compra de lotes dentro de condominios donde posteriormente construyen las viviendas según lo solicitado por los clientes. No obstante, las dimensiones y diseño de las viviendas se basan en un grupo determinado de modelos que son ofrecidos a los clientes a la hora de optar por una vivienda. Los modelos son para viviendas de 1 o 2 plantas, y que respetan las características arquitectónicas establecidas en cada condominio.

En la actualidad, la empresa opera dentro de cinco condominios: Hacienda El Cafeto, Haciendas de la Ribera, Oro Real, Cima Real, y Río Plata. El proyecto se enfocará en las viviendas realizadas en el último de los condóminos mencionados, Río Plata. A continuación, se da una descripción de las condiciones y características del condominio y de las viviendas que son construidas dentro de estas instalaciones, para entrar en contexto de esta área de trabajo.

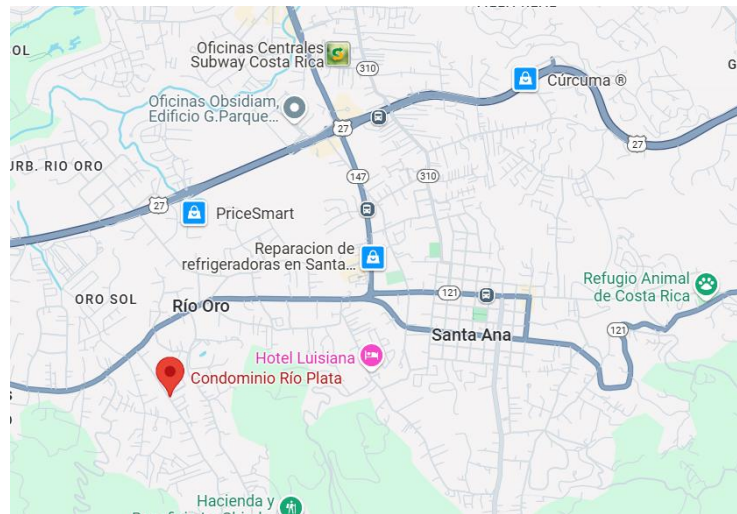
### 1.1.1 Condominio Río Plata

Como se observa en la **Figura 4**, este complejo se ubica en Piedades de Santa Ana; este condominio abarca una zona para 60 viviendas y una casa club con piscina. Todas las viviendas poseen una distribución, tamaño

y diseño similar, lo cual, facilita la elaboración de estas ya que se implementan los mismo materiales y procesos para construirlas. Las viviendas de este condominio son inmuebles de 2 plantas con el espacio suficiente para abarcar una familia de manera cómoda y tranquila (**Figura 5**). El condominio cuenta con calles de adoquín para permitir el transporte de los residentes dentro de la propiedad y con vigilancia privada, garantizando a sus clientes seguridad las 24 horas del día (**Figura 6**).

Para la construcción de las viviendas la empresa emplea tanto personal propio como contratistas para las diversas etapas de los proyectos, pero de igual manera todos son monitoreados por el ingeniero residente.

**Figura 4.** Ubicación de condominio Río Plata.



Fuente. Google Maps, (s.f.).

**Figura 5.** Vista interna del condominio Río Plata.



*Figura 6. Vista del acceso al condominio Río Plata*



Otra característica de este proyecto es la capacidad para los futuros dueños de las viviendas de elegir entre 3 tipos de modelos de casa para su futuro hogar. Estos modelos no varían drásticamente entre sí, debido a disposiciones de la empresa y de las dimensiones de los lotes donde se construirá, pero de igual manera permiten que el cliente tenga control sobre la personalización de su vivienda. A continuación, se describen las características de estos modelos.

#### **Modelo 156:**

Una vivienda con un área de lote de aproximadamente 169 m<sup>2</sup>, de dos plantas, una cochera para dos vehículos y un patio trasero. La primera planta cuenta con una habitación con baño completo, cocina, sala-comedor, lavandería y medio baño. En la segunda planta se cuenta con una habitación principal con vestidor

y baño completo, una habitación sencilla, una sala de estar y un baño completo adicional. En la **Figura 7** podemos observar un ejemplo visto en planta de una vivienda 156 y sus dos niveles.

**Figura 7.** Modelo de vivienda 156.



Fuente. Desarrollos Técnicos S.A., (s.f.).

### **Modelo 152:**

Una vivienda con un área de lote de aproximadamente 169 m<sup>2</sup>, de dos plantas, una cochera para dos vehículos y un patio trasero. Como se observa en la **Figura 8**, la primera planta cuenta con una oficina personal, cocina, sala-comedor, lavandería y medio baño. En la segunda planta se cuenta con una habitación principal con vestidor y baño completo, una habitación sencilla, una sala de estar y un baño completo adicional.

**Figura 8.** Modelo de vivienda 152.



Fuente. Desarrollos técnicos S.A., (s.f.).

### **Modelo 152 sin oficina:**

Una vivienda con un área de lote de aproximadamente 155 m<sup>2</sup>, de dos plantas, una cochera para dos vehículos y un patio trasero. Como se observa en la **Figura 9**, la primera planta cuenta con una, cocina, sala-comedor, lavandería y medio baño. En la segunda planta se cuenta con una habitación principal con vestidor y baño completo, una habitación sencilla, una sala de estar y un baño completo adicional.

*Figura 9. Modelo de vivienda 152 sin oficina.*



Fuente. Desarrollos técnicos S.A., (s.f.).

Este condominio, al igual que los otros que son operados por Desarrollos Técnicos S.A., buscan satisfacer la demanda de la población de este país por viviendas accesibles. Por esta razón la empresa vela para que

estas viviendas sean entregadas con la mayor calidad para sus clientes, lo cual es el objetivo de esta investigación.

## **1.2 El concepto de calidad en la construcción**

Lo primero que se debe definir para el desarrollo de este proyecto es qué significa la “Calidad”. Según González (2023), la calidad se define como un conjunto de características tangibles e intangibles de un producto cuya finalidad es satisfacer los deseos y necesidad de los consumidores. González (2023), también menciona que la calidad puede observarse desde el punto de vista del fabricante como la consistencia en el proceso de fabricación, lo cual implica que el producto debe seguir una serie de estándares establecidos por la empresa para mantener dicha consistencia. En la construcción, podemos decir que la calidad depende igual de 2 partes, los estándares técnicos de los profesionales a cargo del proyecto y de las necesidades que los clientes quieren solventar con el proyecto.

Aunque la calidad se percibe de diferente forma entre las partes, en la ejecución de un proyecto, el constructor o los constructores son los responsables de mantener la calidad del proyecto. Los profesionales al tener el mayor grado de conocimiento técnico en temas constructivos y ser los encargados de ejecutar el proyecto, deben velar por que cada proceso constructivo sea ejecutado bajo los estándares más altos, aunque el cliente no visualice o sepa interpretar qué se está realizando.

Por lo tanto, la calidad global de un proyecto (que en este caso se trata de viviendas familiares) depende de mantener estándares específicos que deben evaluarse durante cada etapa o proceso constructivo, ¿pero en qué momento se definen estos estándares? Según Bautista & Sabador (2004), en el proceso constructivo global de cualquier obra existen tres principales partes o fases: Proyecto, Fabricación de Materiales y Ejecución de la obra. De las tres fases mencionadas, la importante para definir los estándares de la calidad de una obra es la fase de “Proyecto” Bautista & Sabador (2004) mencionan que “en ella se debe definir el alcance de dicha calidad, es decir, las características fisicoquímicas de los materiales, con sus especificaciones, las características geométricas de los distintos elementos, con sus formas y medidas concretas, y las condiciones de ejecución de las distintas unidades.” Dándole otro nombre, podemos equiparar la fase de proyecto una definición más común que serían la fase de diseño en donde el encargado de la obra debe definir todos los parámetros necesarios para ejecutar la obra con la mayor calidad posible y respetando las necesidades y gustos del cliente del proyecto. Los estándares de calidad se podrían definir en la fase de diseño, pero la inspección o revisión de que esos estándares se mantengan empiezan una vez que se inicia con los procesos constructivos.

## 1.3 El proceso constructivo

El proceso constructivo se define como el conjunto de pasos, fases o etapas necesarias para erigir un edificio o infraestructura en un determinado tiempo (Ferrovial, s.f.). La responsabilidad de todo profesional a la hora de iniciar un proyecto es definir y organizar cada una de estas etapas para llegar al producto requerido de la forma más ordenada, lógica y fácil. La definición de estos procesos dependerá de los requisitos y dimensiones del proceso en sí, cada elemento a construir o instalar tendrá una serie de requisitos que requerirán un determinado número de pasos y tiempo para poder culminar la tarea.

El adecuado planteamiento y ejecución de esos procesos es vital para el control de los costos directos e indirectos del proyecto. Procesos mal planteados o ejecutados solo conlleva atrasos o reprocesos, generando gastos adicionales en mano de obra y materiales. Otro método para facilitar la ejecución y revisión de procesos es la estandarización, lo cual permite organizar y coordinar que todo proceso que busque llegar al mismo fin, tenga la misma metodología.

**Figura 10.** Ejemplo de procesos constructivos



Fuente. Vecteezy, (s.f.).

## 1.3.1 Estandarización de procesos

Según Rodríguez (2023), la estandarización consiste en un proceso por el cual se da la unificación de procedimientos, metodologías y operaciones dentro de una empresa con el fin de crear un modelo de trabajo y cumplir con parámetros de eficiencia y calidad. En resumidas palabras se crean las instrucciones que se deben seguir al pie de la letra para llegar a un objetivo o un producto en específico. Rodríguez (2023) menciona que el proceso de estandarización conlleva una serie de ventajas vitales para las empresas que lo implementen como:

1. Disminución de riesgos
2. Mejora el cumplimiento de estándares y obligaciones
3. Una cadena de producción más productiva
4. Mejorar la calidad del proceso

La estandarización es un elemento vital para volver un proceso o actividad más eficiente, pero no es fácil de implementar. Estandarizar requiere un estudio cuidadoso de los requisitos que se quieren llegar a cumplir para un producto o proceso y de la capacidad que tenga la empresa para lograrlo. Según Becciu (2023) se deben seguir cinco pasos para estandarizar debidamente un proceso. El primer paso para comenzar la estandarización es definir cuáles procesos lo requieren, usualmente se busca aquellos procesos que sean críticos para la empresa, sean repetitivos y susceptibles a error. El segundo paso sería evaluar las capacidades de la empresa para implementar la estandarización, se debe tomar en cuenta el personal disponible, las herramientas requeridas y los recursos que se deben consumir para el proceso. Seguidamente, se generan las reglas o instrucciones que se deben seguir para el procedimiento estandarizado, estas reglas deben ser fáciles de entender y ser puestas en práctica para evaluar su efectividad y cumplimiento. El cuarto paso sería crear un manual o guía de procedimientos que contenga todas las reglas generadas para la estandarización del proceso, este documento debe ser la guía final para realizar el proceso y debe ser entregado a todo funcionario que vaya a trabajar en dicho proceso. Además, este documento debe velar por ser una forma clara y efectiva de enseñar el proceso para garantizar que los funcionarios entiendan, y que sirva como una forma de capacitación para futuros individuos que se involucren en el proceso. El último paso sería supervisar el funcionamiento de la estrategia de estandarización para velar que el proceso está llegando a los resultados deseados y que los funcionarios cumplan con el procedimiento.

En el área de la construcción, la estandarización también puede ser implementada y también es considerada como una técnica bastante importante. Según Bautista & Sabador (2004) una de las propuestas o estrategias para mejorar la calidad en la construcción es la “estandarización de los componentes, materiales, sistemas y

subsistemas que intervienen en la construcción”. En la construcción el proceso de estandarización debe basarse principalmente en lo requerido por normativa técnica.

### 1.3.2 Normativas de construcción

Las normativas de construcción son documentos legales que tienen la función de proteger a la sociedad contra la falla o mal funcionamiento de las edificaciones (Gobierno de México, s.f.). Estos documentos son una recopilación de un gran número de recomendaciones, instrucciones y especificaciones técnicas que los profesionales deben seguir para la mejor aplicación de un proceso y de sus materiales usados. Estos documentos son creados a partir de los resultados y descubrimientos hechos después de años de procesos y ensayos realizados por profesionales para determinar la mejor forma de realizar un proceso constructivo. Estos resultados son luego evaluados por comités de profesionales para validar la eficacia y funcionalidad de los mismo, si son aprobados pasarán a ser parte del documento que se conocerá como normativa.

Prodex (2020) indica que los países usualmente tienen una normativa nacional, y en el caso de Costa Rica se utilizan diversos documentos como el “Reglamento de Construcciones 2022” para la regulación de construcciones en el país (ver **Figura 11**). Este reglamento de construcciones no es la única normativa nacional que se usa, otra mención son las normas INTECO. Prodex (2020) también menciona un país puede utilizar normativa internacional para contribuir a la normativa nacional, entre estas normas se pueden encontrar las ASTM, ISO, ANSI, ICC-ES, entre otras.

*Figura 11. Reglamento de construcciones*



Fuente. INVU, (2022).

### 1.3.3 Elementos constructivos

Los elementos constructivos son cada uno de los materiales que integran una obra de construcción (Gómez, 2023). Estos materiales abarcan todo lo utilizado en el proceso para elaborar un proyecto desde la cimentación hasta acabados, en donde un mismo elemento puede utilizarse de diversas formas para cumplir con distintos propósitos dentro de la obra. Cabe mencionar que estos elementos pueden ser mezclados o combinados entre sí para completar componentes estructuras o arquitectónicos de la vivienda. En otros casos estos elementos son más complejos y solo pueden ser utilizados para un propósito específico.

En el mercado de la construcción existen una gran variedad de elementos que pueden ser utilizados para la misma tarea, por lo tanto, la selección de estos materiales debe ser con base en lo requerido por los clientes y en garantizar la calidad estructural y arquitectónica de la obra al utilizar dichos materiales. Cabe mencionar que la calidad y función de los elementos dependen no solo del material en sí, la correcta aplicación o uso por parte de los funcionarios del proyecto también jugarán un rol importante en que los elementos sean utilizados de la manera lógica o correcta de acuerdo con las especificaciones o características del elemento.

## 1.4 Control de calidad

El control de calidad se define como el proceso o una serie de procesos enfocados en verificar que un producto cumpla con los estándares de calidad, seguridad, funcionalidad y utilidad a lo largo de la elaboración de dicho producto (Rodríguez, 2021). En el área de la construcción el producto sería la obra que un profesional está a cargo de realizar y dependiendo de los requisitos de la misma, los estándares de calidad y la forma de verificar cambian. Según HQTs (2023) el control de calidad en la construcción se divide en dos partes, la primera es la "garantía de calidad", en donde el proceso se enfoca en la calidad del servicio o producto en términos estéticos, arquitectónicos o funcionales. La segunda es el cumplimiento de la calidad, en donde el proceso de control se enfoca que el producto o servicio cumpla con los reglamentos legales vigentes. Estos 2 tipos de control de calidad se basan de igual forma a los dos estándares de calidad que existen en la construcción y que se mencionaron en la **sección 1.2**, que serían los estándares requeridos por el cliente y los estándares técnicos del profesional.

El control de calidad requiere crear un sistema que permita evaluar la mayor parte de la obra de forma cuantitativa, y en algunos casos cualitativa. Debido a esto, es requerido plantear los requisitos de aceptación,

la tolerancia de esos requisitos y las variables de medición junto con los instrumentos requeridos para medir dichas variables.

## 1.4.1 Criterios de aceptación

Los criterios de aceptación son un conjunto de condiciones establecidas, que un producto debe satisfacer antes de poder ser aceptado formalmente. Una ventaja de estos criterios es que permiten delimitar el alcance y expectativas del producto permitiendo que este sea elaborado con claridad por los involucrados en crearlo (Dharma Consulting, 2023). Los criterios de aceptación también tienen la ventaja de funcionar como un método de mitigación de riesgos, debido a que ellos delimitan que es un producto aceptable o exitoso se podrán tomar acciones correctivas para evitar que el producto sea rechazado antes de llegar a la etapa de entrega o aceptación (Dharma Consulting, 2023). Los criterios de aceptación varían según los requisitos o el tipo de producto que se está elaborando, en el área de la construcción estos criterios pueden ser formados a partir de requisitos establecidos por mediciones cuantitativas y cualitativas.

Las mediciones cualitativas se definen como toda interpretación de datos o información que fueron obtenidos sin recurrir a un tipo de medición numérica, mientras que las mediciones cuantitativas sí utilizan mediciones numéricas y permiten un análisis numérico o estadístico. (Gayubas, 2025). En el área de la construcción algunos elementos que requieren una revisión cuantitativa son dimensiones de los elementos, requisitos técnicos de los materiales, elevaciones y pendientes. Los elementos por revisar de manera cualitativa incluyen elementos estéticos y arquitectónicos tales como presentación de la inmobiliaria, tonos de pinturas, ausencia de daños y calidad de acabados.

## 1.4.2 Tolerancias

La tolerancia es parte vital de la interpretación y la aceptación de un elemento en la construcción. En términos de medición Keyence (s.f) define a la tolerancia como “el rango de error permitido o la diferencia entre las dimensiones máximas y mínimas de los errores permitidos”. En la construcción la tolerancia es aplicada en casi todos los aspectos que conlleva la elaboración de una obra, desde las dimensiones de las cotas en planos hasta las especificaciones técnicas de materiales y elementos constructivos. Establecer las tolerancias en un proyecto es vital para evitar caer en errores tal como menciona Bautista y Sabador (2004): “la falta de esta información es frecuente, lo cual suele producir graves trastornos en el desarrollo de la obra, que lleva a interpretaciones a veces caprichosas de los técnicos encargados de la dirección.”

### 1.4.3 Variables e instrumentos de medición

Las variables de medición son todas las características que son medidas como parte de un estudio, revisión o investigación; estas variables pueden ser medidas de manera cualitativa o cuantitativa (Sangrador & Molina, 2018). Estas variables son el punto de análisis por el cual una obra puede ser aceptada en base a los criterios de aceptación previamente establecidos, se debe mencionar que diferentes variables pueden ser requeridas por un mismo criterio para la aceptación de la obra. Adicionalmente, estas variables requieren ser determinadas por una revisión precisa que no siempre puede hacerse usando las habilidades físicas de un profesional, especialmente en el caso de las variables cuantitativas, para llegar un valor preciso de una variable es necesario utilizar instrumentos de medición.

Según Insemac (2020) los instrumentos de medición “son herramientas que nos permiten comparar las magnitudes físicas de los objetos como la longitud y masa, mediante el uso de patrones o unidades estandarizadas”. En la construcción, debido a la gran variedad de materiales implementados y las diversas formas en que pueden ser revisados, existe una gran variedad de instrumentos de medición que se pueden observar en la **Figura 12**.

*Figura 12. Ejemplos de instrumentos de medición.*



Fuente. EcuRed, (s.f.).

En el área de la construcción existen diversas variables de medición que son revisadas durante o después de un proceso de construcción para verificar que se realizó de la manera correcta a lo solicitado, a continuación, se presentan las principales variables vistas en la construcción:

**Nivelado:** El nivelado indica que un terreno fue preparado para tener una superficie uniforme y lisa (como se observa en la **Figura 13**). La nivelación es utilizada en todo tipo edificaciones (no solo en suelos) porque permite construir sobre estas superficies acabados y elementos verticales, quedando bien alineados y estéticamente agradables (Pegaduro Media, s.f.).

**Figura 13.** Revisión del nivelado de una superficie



Fuente. Mi suelo laminado, (s.f.).

**Dimensiones:** Las dimensiones se definen como la distancia entre los extremos de una superficie o cuerpo según una línea. Todo objeto tiene 3 dimensiones en el espacio que son la longitud (X), latitud (Y) y profundidad(Z) (Codina & Borrueal, s.f.).

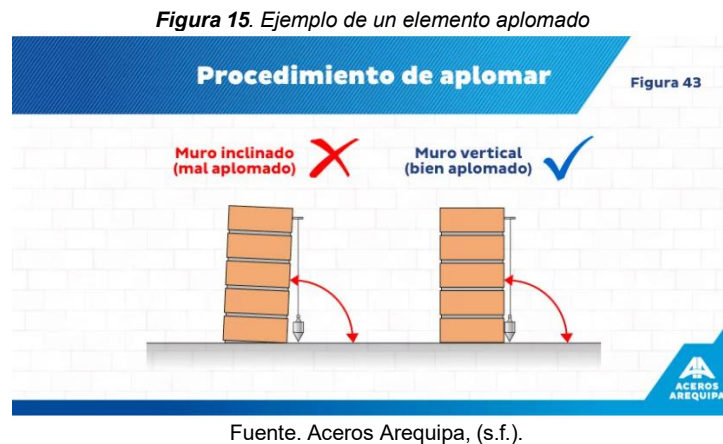
**Alineación:** La alineación ocurre cuando varios elementos son colocados en una misma dirección o en una misma línea de referencia (Aceros Arequipa, s.f.), como lo observado en la **Figura 14**. En el área de la construcción la alineación de elementos constructivos se puede realizar tanto de manera vertical como en horizontal.

**Figura 14.** Ejemplo de una correcta alineación

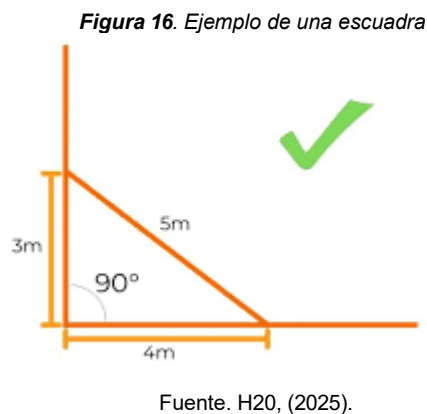


Fuente. Aceros Arequipa, (s.f.).

**Plomo:** Un elemento se encuentra “aplomado” si este se encuentra en posición vertical con respecto a la superficie donde se ubica (Aceros Arequipa, s.f.). Como lo indica la **Figura 15**, que mientras se mantenga un ángulo de 90 grados entre el elemento y la pared, se considera como aplomada.



**Escuadra:** Al igual que la herramienta de mismo nombre, y como se observa en la **Figura 16**, la escuadra significa que existe perpendicularidad entre 2 líneas o piezas (Aceros Arequipa, s.f.).



**Apariencia:** La apariencia la podemos definir cómo el conjunto de atributos de un objeto como el tamaño, forma, color, textura, brillo, etc. (Ferrero et al, 2021). En otras palabras, serían todas las cualidades de un objeto, y en la construcción es vital para la detección de errores o danos a los elementos que no tienen una forma cuantitativa de ser medida.

## 1.4.4 Prevención de errores

La prevención según el Diccionario de la Lengua Española (s.f.b) es la preparación y disposición que se hace anticipadamente para evitar un riesgo o ejecutar una tarea. Esta acción se realiza en la construcción para evitar la aparición de defectos en la obra que posteriormente requieran un proceso de corrección. Este proceso se debe llevar a cabo durante el inicio, desarrollo y entrega del proyecto ya que hay múltiples factores o elementos que pueden generar errores.

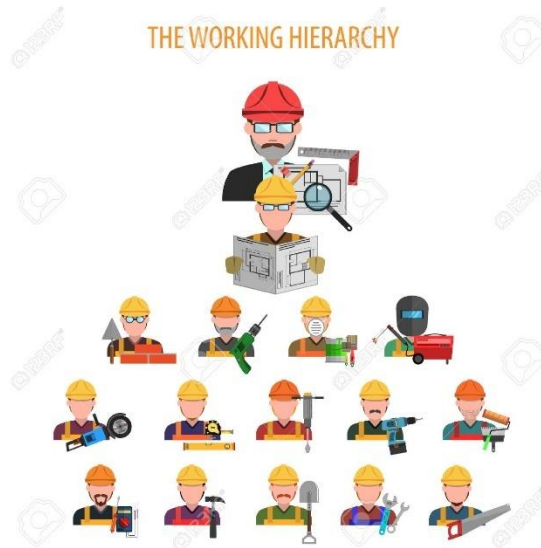
### 1.4.4.1 Planeación de obra

La planeación es el proceso por el cual se estipulan las realidades y alcances del proyecto, lo cual requiere la recopilación de información técnica y normativas esenciales para que el proyecto cumpla con lo requerido (Ferreira, 2023). La planeación incluye muchos más aspectos como la estimación de tiempos, la cantidad de mano de obra y los materiales requeridos; pero para el control de calidad de la obra lo esencial es que se incluya los requisitos a nivel técnico y funcional para cumplir con los criterios de los profesionales a cargo y de los clientes del proyecto. Si no se deja en claro los requisitos desde el diseño o planeación de la obra, la ejecución estará plagada de errores y reprocesos a causa de la falta de información.

### 1.4.4.2 Capacitación del personal de la obra

El personal de la obra son todas aquellas personas encargadas de realizar en un plazo determinado una edificación o realizar labores vinculados a la construcción (Euroinnova, s.f.). Dentro de un proyecto se pueden encontrar una gran variedad de personal realizando tareas específicas para un área determinada de la obra (obra gris, fontanería, área eléctrica, entre otras). No obstante, estos individuos siempre estarán organizados según una jerarquía establecida por los profesionales a cargo de ejecutar el proyecto (**Figura 17**). En esta jerarquía el mayor rango sería los ingenieros y arquitectos, seguidos por maestros de obras y administradores, y por último los obreros.

**Figura 17.** Jerarquía del personal de una obra



Fuente. 123RF, (s.f.).

Como indica la **Figura 17**, la máxima autoridad del proyecto serán los profesionales en ingeniería a cargo, y, por lo tanto, ellos tienen la responsabilidad de velar que todo el personal involucrado sepa desempeñar sus tareas adecuadamente y en algunos casos es necesario realizar procesos de capacitación. La capacitación es un conjunto de actividades orientadas a ampliar los conocimientos, aptitudes y habilidades de una persona. Por este método, los trabajadores tendrán un mejor rendimiento laboral debido a la adaptación rápida a un cambio de exigencias o requisitos (Ruiz, 2024). Por medio de las capacitaciones los responsables de la obra pueden asegurar que el personal está al tanto de las actividades que tiene que realizar y como realizarlo, evitando incertidumbre que lleve a la aparición de errores.

### 1.4.4.3 Inspecciones

La inspección de una obra se define como un conjunto de exámenes, verificación y vigilancia que se realiza por personal especializado sobre un proceso de construcción para determinar si se está llevando a cabo correctamente de acuerdo con planos, normas y especificaciones aprobadas (SlideShare, 2015). La inspección es la mejor técnica proactiva que tienen los responsables del proyecto para verificar que se están llevando a cabo todas las actividades de la forma óptima y que el personal cumpla con sus obligaciones.

## **1.4.5 Corrección de errores**

La corrección se define como el conjunto de alteraciones o cambios que se hacen a una obra para quitarle defectos y errores (Diccionario de la Lengua Española, s.f.). En un proceso constructivo llegar a una etapa de corrección es un proceso indeseable ya que implica que un error no pudo ser evitado o no se identificó a tiempo y ahora se deben realizar acciones adicionales. Cometer los errores en la construcción es un evento frecuente, mas no debería ser lo esperado y debe ser minimizado lo más posible. En todo proyecto siempre se presupuesta un porcentaje para abarcar estos imprevistos, pero una obra mal administrada puede inducir a errores tan constantes o significativos que el costo compromete el proyecto.

### **1.4.5.1 Reproceso**

El reproceso se define como todo aquel proceso o parte de un proceso por el que nuevamente se debe pasar para cumplir con las especificaciones definidas en el acuerdo de calidad entre el cliente y el proveedor (Moreno, 2022). El reproceso es la única forma por la cual un error constructivo se puede solventar, el problema es que, dependiendo de la complejidad o el tamaño del error, se deberá gastar una considerable cantidad de tiempo, mano de obra y materiales para solventarlo. Este uso no previsto de los recursos de la obra solo incurre en un mayor costo para los encargados del proyecto, el cual puede conllevar en disminuir la ganancia de la obra o inclusive generar pérdidas.

### **1.4.5.2 Sobrecosto**

El sobrecosto es algo que ocurre de manera inesperada en el proyecto y por lo tanto, el costo global de la obra aumenta (Rodríguez, 2024). Estos sobrecostos pueden ser provocados por una variedad de causas directas e indirectas del proceso constructivo, Rodríguez (2024) menciona causas como el fracaso de gestión de riesgos, falta de liderazgo, inversión insuficiente, falta de comunicación y no tener un plan de contingencia o seguridad. El control de calidad es vital para evitar que se presente este fenómeno en una obra o para disminuir el impacto de estos sobrecostos al máximo.

## 1.5 Guía de aceptación

Una guía se entiende por un documento que establece los lineamientos, recomendaciones, sugerencias, u orientaciones sobre un tema específico. (CPIQ, 2018). En el área de la construcción, las guías son vitales para la coordinación y capacitación del personal en cómo realizar una o varias tareas en el proyecto, al igual que la forma de saber qué labor fue realizada de la mejor manera. Lo importante de estos documentos es que pueden unificar criterios y enfocarlos en una aplicación específica (CPIQ, 2018). La complejidad y extensión de una guía dependerá de lo requerido por la persona que la diseñe, estos documentos deben poseer varias cualidades para que puedan ser fáciles de utilizar por cualquier persona aparte del diseñador. Entre las cualidades debemos contemplar que la guía contenga toda la información requerida para cumplir la tarea por la cual fue realizada (documentación, normativa técnica, entre otros). También es vital utilizar un diseño, ya sea para una guía física o virtual, que sea fácil de entender e implementar.

# Capítulo 2: Metodología

A continuación, se presenta la metodología para lograr los objetivos planteados en la creación de la guía de control de calidad para Desarrollos Técnicos. En esta sección se definirá para cada objetivo las categorías de estudio, la información a recolectar, el método de recolección y los resultados esperados junto a su respectivo análisis. Para comenzar con esta metodología, primero tenemos que definir el tipo de investigación que se realizará.

## 2.1 Tipo de investigación a realizar

Para el desarrollo de este proyecto se plantea el uso de una investigación mixta, empleando tanto métodos cuantitativos como cualitativos. El método cuantitativo se aplicará en el área en donde se requiera una evaluación numérica o estadística de las condiciones del proyecto para el control de calidad, como la revisión de dimensiones, los requisitos técnicos de los materiales y las revisiones físicas en campo (revisión de pendientes, nivelación, dimensiones en campo). El método cualitativo se enfocará en requisitos no numéricos que la obra deba cumplir para una adecuada calidad como el acabado de la obra, estado físico de mueblería y accesorios, satisfacción de los profesionales. Seguidamente se presenta en detalle la metodología empleada para cada uno de los objetivos y sus respectivas actividades.

## 2.2 Determinar los procesos constructivos críticos para los proyectos de vivienda y el estado actual del control de calidad de la empresa

A continuación, se presentan los pasos para cumplir con el primer objetivo del proyecto: “Determinar los procesos constructivos críticos que se llevan a cabo en la elaboración de las viviendas que deben ser considerados en la guía y el estado actual del control de calidad que maneja la empresa.” Este objetivo se divide en dos actividades, lo primero será recolectar información sobre los procesos constructivos que se llevan a cabo para la elaboración de las viviendas dentro del condominio Río Plata. Seguidamente, entrevistar al personal a cargo de la obra para recolectar la información relevante al control de calidad actual que se lleva a cabo en la obra y en cada proceso constructivo específico.

## **2.2.1 Recolección de información sobre los procesos constructivos en el condominio**

En esta actividad nuestra categoría serán los procesos constructivos, que se definirán como todas las actividades necesarias para la construcción de una edificación. Para este proceso nuestra fuente de información será la evidencia recopilada en documentación de la obra (planos y fichas técnicas, entre otros) e inspecciones en campo durante el transcurso de las obras. En este caso la recolección de información se hará por medio de las inspecciones visuales en campo y la revisión de la documentación. El proceso de análisis consistirá en tomar procesos encontrados y estandarizar una descripción general de lo realizado con base en lo observado. Seguidamente se organizan los procesos según un orden lógico o por lo indicado por la documentación. El resultado sería la lista de procesos ya implementados en campo y en sus etapas respectivas. Esta información se presentará por medio de cuadros y tablas que permitan ver la información de manera clara. Este listado se utilizará como la base de selección de los procesos críticos que la ficha deba abarcar según la importancia de dicho proceso o sea requerido por los ingenieros del proyecto.

## **2.2.2 Entrevistar funcionarios de la empresa para determinar el estado actual del control de calidad en los procesos constructivos**

Dentro de esta actividad nuestra categoría de estudio son los métodos de control de calidad, que serían todas las actividades o métodos realizados para verificar que un proceso constructivo se realizó de forma correcta. Para esta etapa los sujetos de información serán los profesionales a cargo de la obra, los cuales deben velar o estar al tanto del control de calidad que se realiza en las obras. Para la recolección de la información, se hará uso de encuestas al personal de la obra. Con la información recopilada se plantea un proceso de análisis de los datos recopilados. Primero se recopilarán un listado de métodos de control que se realicen a cada uno de los procesos constructivos y bajo que documentación se rige la revisión, adicionalmente se consultará si hay registro de dicho control de calidad. Una vez identificado el sistema de control de calidad actual, se consultará a los profesionales qué otros procedimientos para control de calidad les gustaría ver implementados en los procesos críticos de la obra. Esta información se presentará mediante las tablas del cuestionario y representaciones graficas. Con estos resultados se tendrá una idea del estado del control de calidad de la empresa y se determinarán los procesos constructivos críticos con base en lo que soliciten los profesionales en la encuesta, junto con la forma en que se deban revisar.

## **2.3 Analizar los criterios de calidad a evaluar en cada proceso constructivo dentro de la guía de control**

En esta sección se da el desarrollo del segundo objetivo del proyecto. Una vez determinado los procesos constructivos críticos, queda determinar los criterios de calidad que estos procesos deben cumplir para aceptar que una etapa o proceso se realizó de la forma óptima. Estos criterios se forman a partir de los requisitos dados por la normativa técnica y el diseño de la obra. En muchos casos estos dos elementos van de la mano, pero como no hay una estandarización adecuada de la ejecución de la obra, igualmente se revisará que los requisitos de diseño contemplen todo lo requerido por la normativa técnica. Para el desarrollo de este objetivo se realizaron tres actividades, primero la investigación de los detalles constructivos y especificaciones técnicas ya presentes en planos y documentos de diseño. Segundo la revisión de la normativa técnica relevante a los procesos constructivos que se están realizando, y finalmente, la incorporación de los requisitos técnicos como criterios de calidad en la guía.

### **2.3.1 Investigar los detalles constructivos y especificaciones técnicas presentes en los planos y documentos de la empresa con respecto a cada proceso constructivo**

En esta actividad nuestra categoría son los criterios técnicos, que serán toda indicación en forma de valores numéricos, estadísticos o cualitativos que se deban cumplir en una obra para considerarse bien elaborada. En este caso, los requisitos se obtienen de los detalles constructivos y especificaciones técnicas de la empresa que servirán como fuente de información primaria. La técnica de recolección será únicamente la revisión de documentación para esta etapa. El proceso de análisis comenzará identificando toda normativa y especificación técnica que se encuentre en la documentación de la empresa. Posteriormente, se organizará la información según la etapa o proceso constructivo al que pertenezcan para comenzar a organizar los criterios según el avance de la obra. Esta información se presentará por medio de tablas y cuadros, además esta información estará sujeta a control y revisión cuando se compare con la normativa técnica que se consulte.

## **2.3.2 Identificar parámetros relacionados a cada proceso constructivo que aparezca en los documentos de normativa nacional**

En esta actividad nuestra categoría de criterios técnicos dependerá de lo especificado por normativa técnica. En este caso nuestra fuente de información será toda documentación nacional que abarque aspectos normativos en el área de construcción, específicamente para elaboración de viviendas unifamiliares. De ser necesario se consultará normativa internacional como fuente secundaria, solo en el caso de que la normativa nacional la referencie y se necesite especificar a partir de ella. La recolección de información será por medio de la revisión de la documentación. El proceso de análisis comenzará con la recolección de todos los criterios técnicos o normativas nacionales relevantes a la construcción de viviendas. En este paso se descartará todo criterio que no sea relevante al tipo de edificación construida o si un componente de la edificación no fue realizado. Con los criterios de la normativa identificados se compara con la información obtenida de la documentación de la empresa, de esta forma se verificará si hay incongruencias, información faltante o información desactualizada. Una vez revisada la información, se organizará la nueva lista de criterios definitivos para la guía de control. Estos resultados se presentarán por medio de tablas y cuadros.

## **2.3.3 Asignar los criterios técnicos a cada etapa o proceso de la guía**

La categoría de esta actividad serán los criterios técnicos. Para esta etapa nuestra fuente de información serán los procesos constructivos identificados y organizados en la sección 2.2.3 y los criterios de la sección 2.3.2. No se recolectará información adicional, ya que esto fue realizado en las etapas adicionales. El proceso de análisis comenzará asignando el criterio técnico respectivo a cada proceso, ya sea a actividades realizadas en el proceso o con respecto a los materiales utilizados. En el caso de que varios criterios o procesos se repitan, se verificará que la información se mantenga consistente para no crear contradicciones entre etapas. Se buscará sintetizar la información de manera que cada proceso constructivo no esté saturado de información, dificultando la comprensión de la guía. El resultado de estos sería el contenido técnico de la guía, listo para ser implementado en el formato más conveniente.

## **2.4 Desarrollar la estructura de la guía para el control de calidad de los procesos constructivos**

A continuación, se presentan los pasos para el desarrollo del tercer objetivo del proyecto: “Desarrollar la estructura de la guía con los elementos necesarios para la integración de los criterios y procedimientos requeridos para el correcto control, evaluación y aceptación de la calidad de los procesos constructivos.” En esta etapa se prepara el formato para la presentación y uso de la guía, en donde se buscarán las herramientas y métodos para incorporar la guía a un formato que lo vuelva fácil de utilizar, sintetizar la información sin abandonar datos críticos, ser interactivo y atractivo para utilizar. Una versión de prueba de la guía será útil para realizar ensayos posteriores y así verificar su eficacia, encontrar errores y recibir sugerencias por parte de los usuarios.

### **2.4.1 Determinar la herramienta o método con el cual se hará la guía**

En esta etapa se buscará recopilar información y analizar diferentes formatos para la presentación de una guía como la que desarrolla este proyecto. Las fuentes de información serán documentos y metodologías relacionadas a la elaboración de guías y evaluaciones enfocadas al área de la construcción. La técnica de recolección consistirá en revisiones de la documentación. Para el análisis se iniciará determinando todos los posibles medios por los cuales desarrollar la guía, ya sean versiones físicas o digitales. Seguidamente se seleccionará el mejor método o herramienta según criterios como:

- Facilidad para incorporar toda la información de la guía en la herramienta.
- Presencia de una interfaz rápida e interactiva.
- Capacidad para editar la herramienta según necesidad.
- Facilidad para compartirlo y capacitar al personal encargado de revisiones.

Así se podrá tener el método de desarrollo de la guía, con lo cual se generarán las versiones de prueba de esta guía. Los resultados se presentarán por medio de tablas y figuras.

## **2.4.2 Diseñar la guía para su uso en campo**

En esta etapa se buscará organizar toda la información teórica recopilada en la sección 2.3.3, la cual sirve como nuestra fuente primaria de información. El análisis consistirá en la inclusión de cada una de las etapas dentro de la herramienta de manera que se pueda acceder a cada proceso constructivo dentro de la etapa, luego a las actividades y materiales implementados en dicho proceso, y por último a los criterios de aceptación respectivos. En esta etapa se vela por mantener todo dato vital para la evaluación de calidad sin saturar la guía, y al mismo tiempo mantener un proceso de edición constante para llegar a la mejor interfaz posible y que sea aceptable para sus usuarios. El resultado será la versión de prueba de la guía con la cual comenzar las pruebas de efectividad. Los resultados se presentarán en cuadros y figuras.

## **2.5 Determinar la efectividad de la guía mediante su aplicación en un escenario real**

Se presentan los pasos para el desarrollo del cuarto objetivo: “Determinar la efectividad de la guía mediante su aplicación en un escenario real para la determinación de oportunidades de mejora a los procesos propuestos.” En esta etapa se pondrá a prueba la guía de control para verificar su eficacia, alcance y el grado de satisfacción de los usuarios al implementarla en el control de calidad de las viviendas. El proceso comenzará con la selección de uno o varios proyectos para la revisión de diversos procesos usando la guía. Posteriormente, se monitoreará el desempeño de la guía según los resultados y consideraciones del personal. De requerirse, se realizarán modificaciones para una última prueba y verificar resultados.

### **2.5.1 Seleccionar procesos piloto para evaluación de la guía**

En esta etapa la categoría de estudio son los procesos constructivos, o sea todas las actividades enfocadas a la elaboración de una vivienda. En este caso, el proceso de investigación consistirá en ubicar uno o varios proyectos de vivienda en el condominio para revisar los procesos constructivos en cada etapa. De esta forma se podrán abarcar cada una de las etapas de la guía para revisar su alcance. Adicionalmente se identificará el personal que realizará la revisión con la guía. Así entonces, se establecerá la base de estudio de la guía. Esta información se indicará en forma de tablas y cuadros con la información de cada proyecto y los procesos que se están realizando.

## **2.5.2 Aplicar la guía para el control de los procesos constructivos seleccionados para evaluar su desempeño**

En esta etapa la categoría de estudio es la viabilidad de la guía, en otras palabras, si la guía tiene los elementos suficientes para evaluar un proyecto de viviendas. Nuestra fuente de información serán los resultados aportados por la guía al igual que los comentarios dados por los profesionales que la implementen. El proceso de análisis comenzará con identificar los profesionales que revisarán un proyecto específico, con lo cual se determina qué procesos serán evaluados por esa persona. Durante el proceso el profesional revisará el proyecto usando la guía y llenará cuestionarios sobre los resultados con respecto a la eficacia de la guía y su grado de satisfacción a utilizarla.

Dependiendo de los comentarios de los profesionales se generará un diagnóstico de la guía, y a partir de eso se realizarán correcciones sobre ella para mejorar o agregar elementos necesarios. Este diagnóstico y los resultados de las revisiones se presentarán por medio de figuras, cuadros y tablas.

## **2.5.3 Aplicar la versión final de la guía para verificar su alcance y viabilidad**

En esta etapa la categoría de estudio es la viabilidad de la guía. El proceso será repetir nuevamente el proceso de la sección 2.5.2, una vez que la guía fuera modificada según los resultados de esa misma etapa. Por lo cual nuestra fuente y sujeto de información seguirán siendo los resultados de la guía y los profesionales respectivamente. En este caso, los resultados encontrados a través de los cuestionarios del personal y de la guía misma serán los resultados concluyentes de la efectividad de esta, en donde se darán recomendaciones y conclusiones con base en estos resultados finales. Igualmente, los resultados se presentarán en forma de cuadros y figuras.

## **2.6 Generar un plan para el control de calidad que incluya y recomiende como usar la guía y sus resultados**

Para esta etapa se brindará un producto adicional en forma de un sistema de control de calidad, generado a partir del desarrollo de la guía, y tiene como propósito ser un método para apoyar y complementar el uso de la guía de criterios aceptación. Para el desarrollo de este sistema se requieren 2 etapas, investigar sistemas de control existentes para crear el formato adecuado que utilizará la empresa, y luego agregar modificaciones con base en los requisitos que la empresa establezca según lo encontrado en la guía y lo solicitado por ellos.

### **2.6.1 Investigar metodologías de control de calidad para implementar al formato deseado para el proyecto.**

En esta etapa la categoría de estudio sería el protocolo de control de calidad, básicamente todos los pasos para comenzar, estudiar y responder a los resultados de un control de calidad en un proceso determinado. Para esto se requiere como fuente de información cualquier documentación relevante a sistemas que ya existan para el control de calidad, ya sea en el área de la construcción o en áreas de producción. Para la recolección de información se realizará únicamente por medio de la revisión a la información encontrada. En el proceso de análisis se ubicará o seleccionará aquellas etapas o metodologías investigadas que sean aplicadas para el control de calidad, y que sean aplicables en el área de la construcción. Con esto se genera la base para el formato del protocolo de control de calidad.

### **2.6.2 Proponer el plan de control de calidad con base en la guía de control y requisitos de la empresa**

En esta etapa la categoría de estudio serían los requisitos que debe abarcar el sistema de control de calidad para funcionar de manera apropiada en el proyecto. La fuente de información serán los resultados obtenidos del uso de la guía, en conjunto con requisitos comunicados por el personal a cargo de la obra que deban considerarse para el sistema. Para la recolección de la información se revisarán los resultados de la guía junto con consultas al personal. En el análisis se buscará incluir los requisitos al protocolo para que este tenga un plan de acción y respuesta para solventar o corregir un fallo o incumplimiento. En este punto se establecerán las respuestas a preguntas vitales para el protocolo como:

- ¿Quién hace la verificación?
- ¿Quién evalúa que los resultados cumplen con lo requerido por los criterios de aceptación?
- ¿Cómo se toman decisiones para el proceso de mejora y quién es el encargado de tomarlas?

Toda esta información generará el protocolo para el control de calidad como un producto adicional a la guía, y de una metodología más detallada para el control de calidad del proyecto en Río Plata.

## Capítulo 3: Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en esta investigación con base en lo planteado en la metodología. A continuación, se presentan los resultados correspondientes a lo solicitado para cada objetivo específico, empezando por los procesos constructivos críticos para las obras del condominio Río Plata.

### 3.1 Procesos constructivos críticos identificados en la elaboración de viviendas

El proceso para la elaboración de las viviendas del condominio Río Plata requiere de un tiempo estimado de 6 a 7 meses. El periodo de tiempo o la complejidad del proyecto no cambia drásticamente aun si se considera que existen 3 tipos de viviendas que pueden ser elaboradas dentro del condominio. Tampoco se requieren actividades o procesos adicionales dependiendo del tipo de vivienda mencionadas en la sección 1.1.1. A continuación, en el **Cuadro 1** se mencionan las etapas identificadas en las revisiones de campo, al igual que las mencionadas en documentación de la empresa, como es el caso del ejemplo del cronograma de obra visto en el **Anexo 1**.

**Cuadro 1.** Etapas constructivas identificadas en las obras del condominio Río Plata.

<b>Etapas constructivas identificadas en campo</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1.Preliminar</li><li>2.Movimientos de tierra</li><li>3.Cimentaciones</li><li>4.Paredes del primer nivel</li><li>5. Entrepiso</li><li>6.Paredes del segundo nivel</li><li>7. Viga Corona</li><li>8.Tapicheles y techos</li><li>9. Hojalatería e instalación pluvial</li><li>10.Repellos</li><li>11. Techado de garaje</li><li>12. Cielos</li><li>13. Instalaciones electromecánicas</li><li>14. Acabados</li></ol>

Cada una de estas etapas contiene una serie de procesos constructivos necesarios para completarlas e iniciar con la siguiente. A continuación, se dará una descripción de cada una de estas.

### **3.1.1 Desglose de etapas constructivas por sus procesos respectivos**

A continuación, se describen cada una de las etapas constructivas involucradas en la elaboración de las viviendas del condominio, junto a la mención de los procesos más relevantes que se realizan en cada etapa, así como, algunos de los materiales involucrados.

#### **Etapas Preliminar:**

Etapas inicial de la obra que consiste únicamente del proceso de trazo del terreno para demarcar las dimensiones y niveles de la vivienda dentro del lote, lo cual precede a la siguiente etapa del movimiento de tierras.

#### **Movimientos de tierra:**

Los movimientos de tierra preparan el terreno del lote para comenzar la etapa de cimentaciones. Esta etapa consiste en tres principales procesos: la nivelación y compactación del terreno (**Figura 18**), excavación e instalación del sistema mecánico sanitario (**Figura 19**).

**Figura 18.** Proceso de nivelación y compactación del terreno



**Figura 19.** Procesos de excavación e instalación de tubería mecánica-sanitaria



**Cimentaciones:**

Las cimentaciones de estas viviendas tienen 2 principales partes, las placas y el contrapiso el cual es una losa flotante. El nombre de “losa flotante” se debe a que se encuentran apoyadas directamente sobre el

terreno, debido a esto, todas las cargas de los muros, vigas, columnas y entrepisos se transmiten uniformemente al terreno por medio de la losa (Derly, 2016). Esta etapa comienza con la colocación del encofrado perimetral, posteriormente se procede con el relleno de lastre de compactación, donde se instalará la armadura. En este punto se realizan varios procesos de instalación de armadura, por ejemplo, placas, bastones de refuerzo vertical, armadura de columnas, armadura de pedestales, y malla electrosoldada; ejecutadas en el orden que se menciona (**Figura 20**). Durante la instalación de las armaduras, se lleva a cabo la instalación de tuberías para el sistema electromecánico. Con los procesos de armadura terminado se procede al colado de la losa para dar fin a la etapa (**Figura 21**).

*Figura 20. Procesos de armadura e instalación electromecánica*



*Figura 21. Colado de losa de contrapiso.*

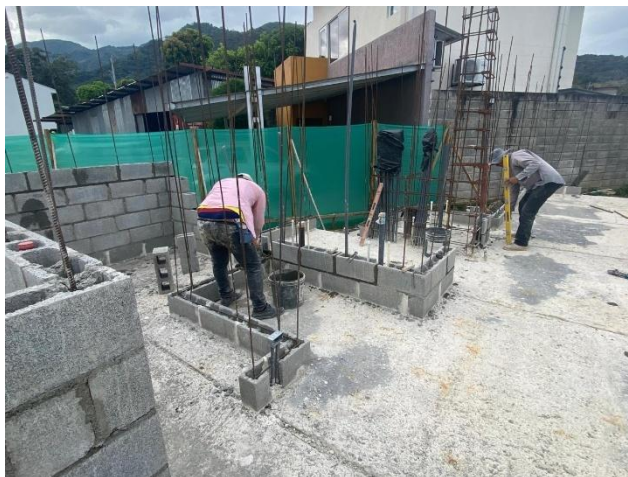


### **Paredes del primer nivel:**

El levantamiento de paredes inicia con el trazo de estas para demarcar ubicación, altura y dimensiones. Después se procede a la pega de bloques (**Figura 22**) que viene acompañado simultáneamente de la instalación del sistema mecánico y eléctrico de cada pared. Con las instalaciones electromecánicas listas y

la pega de bloques terminada, se procede a colar las columnas y rellenar las celdas de los bloques que contengan refuerzo vertical (bastones). Esta etapa se considera terminada cuando todas las paredes sean levantadas y estén a la altura requerida para comenzar con el proceso del entrepiso (**Figura 23**).

*Figura 22. Proceso de pega de bloques*



*Figura 23. Etapa de paredes del primer nivel finalizada.*



## Entrepiso:

Se continúa con la instalación del entrepiso y los cargadores de las paredes, después se realiza la colocación de la armadura de las vigas de entrepiso acompañado de su respectiva formaleta y puntales como soporte (**Figura 24**). Encima de las vigas se continúa con la instalación de los bloques de estereofón y las viguetas de entrepiso. En este punto también se da la instalación electromecánica que debe pasar por el entrepiso. Después se agregan los bastones para el refuerzo de las paredes del segundo nivel y se termina la armadura con la malla electrosoldada (**Figura 25**), culminando con el colado de la losa (**Figura 26**).

*Figura 24. Cargadores y puntales para soporte del entrepiso.*



*Figura 25. Procesos de confección de armadura para entrepiso.*



*Figura 26. Losa de entepiso colada.*



### **Paredes del segundo nivel:**

Esta etapa implica el mismo procedimiento utilizado en las paredes del primer nivel, la única diferencia es que el segundo piso de las viviendas no cuenta con columnas de concreto. Además, esta etapa se considera como terminada una vez que todas las paredes del segundo nivel estén levantadas y estén a la altura necesaria para iniciar con la etapa de la viga corona (**Figura 27**).

*Figura 27. Ejemplo de paredes del segundo nivel terminadas.*



### **Viga corona:**

Esta viga se instala encima de las paredes del segundo piso, recorriendo el perímetro de la vivienda. Esta etapa contiene 4 procesos, específicamente la instalación de los cargadores, la colocación de la armadura, el encofrado y el colado; ejecutado en este orden, como se puede muestra en la **Figura 28**.

*Figura 28. Instalación de armadura de viga corona y encofrado.*



### **Tapicheles y techos:**

Esta etapa inicia con la pega de bloques para los tapicheles (**Figura 29**), seguido de la colocación de la armadura encima en las mismas. Después se coloca la formaleta, dejando espacio en ellas para ubicar la estructura metálica del techo en la viga (**Figura 30**). Con la armadura colocada y fijada a la viga tapichel se procede a colar. Por último, se instala la cubierta y el aislante del techo como se observa en la **Figura 31**.

*Figura 29. Pega de bloques para el tapichel.*



*Figura 30. Encofrado de viga tapichel.*



*Figura 31. Estructura instalada junto con aislante y cubierta.*



#### **Hojalatería e instalación pluvial:**

Con la cubierta de techo instalada previamente, se procede a colocar la hojalatería necesaria para el correcto funcionamiento del sistema pluvial. El primer proceso es instalar la hojalatería requerida (cumbreras, botaguas, entre otros), después la instalación de las canoas, y por último la instalación de la tubería pluvial, dejando un sistema terminado como el observado en la **Figura 32**. Este proceso no se menciona en el **Anexo 1**, pero se agregó al listado de este estudio, con la intención de contemplar la revisión de los componentes que se requieren.

*Figura 32. Ejemplo de instalación de botaguas y bajantes pluviales.*



### **Revestimiento (repello):**

El repello para la vivienda aplica el mismo proceso para toda la vivienda. El orden de aplicación es empezando internamente con el repello del primer nivel (**Figura 33**), y luego del segundo piso. Después se realiza el mismo proceso, pero en las paredes externas de la vivienda.

*Figura 33. Proceso de repello de paredes internas.*



### **Techado de garaje:**

Con la fachada frontal repellada, se puede despejar la zona para la elaboración del techado del garaje. Esta etapa comienza con el encofrado del pedestal, después se introduce la estructura metálica del techo en la armadura del pedestal, y ya con esto se puede colar el pedestal. Finalmente se instalan las láminas de la cubierta. Este proceso no era mencionado por la programación del cronograma del **Anexo 1**, pero se agrega al listado de este estudio debido a lo significativo que es para la obra por su tamaño y requisitos. Un ejemplo de esta etapa terminada se puede observar en la **Figura 34**.

**Figura 34.** Proceso de techado de garaje.



**Cielos:**

La etapa de cielos en la vivienda consiste en la instalación de láminas de gypsum. Se inicia con la colocación de los perfiles del emplantillado en el primer nivel (**Figura 35**), donde luego se instala el sistema eléctrico y se terminan las conexiones del sistema electromecánico entre el primer y segundo nivel. Después se procede con el segundo nivel para colocar la estructura y el cableado, con lo cual se procede a instalar las láminas del cielo en ambas plantas (**Figura 36**).

**Figura 35.** Instalación de estructura de cielo y sistema eléctrico.



**Figura 36.** Instalación de láminas de cielo



**Instalaciones Electromecánicas:**

Las instalaciones electromecánicas la componen todos los elementos que deben ser instalados para energizar la vivienda y permitir el flujo de agua potable y residual. Las actividades necesarias para instalar estos componentes no se realizan en una única etapa separada de las demás, más bien se realizan en paralelo durante el transcurso de otras etapas, las cuales no pueden considerarse terminadas si no se instalan los componentes electromecánicos. Un ejemplo, sería las instalaciones necesarias que deben de instalarse en el entrepiso antes de ser colado para permitir el paso del cableado eléctrico y las aguas de la vivienda entre sus 2 niveles.

**Acabados:**

La etapa de acabados es el último paso para la finalización y entrega de la vivienda. Esta fase conlleva una gran cantidad de procesos y actividades para dejar la vivienda estéticamente aprobada para el cliente. Los procesos realizados en orden cronológico se adjuntan en el **Cuadro 2**.

**Cuadro 2.** Procesos constructivos realizados en la etapa de acabados de una vivienda del condominio Río Plata.

<b>Procesos constructivos para acabados</b>	
<b>Proceso Constructivo</b>	<b>Ejemplo Visual</b>
1.Revestimiento de paredes	

Procesos constructivos para acabados	
Proceso Constructivo	Ejemplo Visual
2. Empastado de cielos	
3. Sellado de paredes y cielos	
4. Repello de pisos	
5. Instalación de pisos primera planta	

Procesos constructivos para acabados	
Proceso Constructivo	Ejemplo Visual
6.Instalación de pisos segunda plata	
7.Enchape de escaleras	
8.Enchape de baños	

Procesos constructivos para acabados	
Proceso Constructivo	Ejemplo Visual
9.Instalación de puertas	
10.Instalación de ventanas	
11.Primera mano de pintura	

Procesos constructivos para acabados	
Proceso Constructivo	Ejemplo Visual
12.Instalación de muebles fijos	
13.Instalación de salidas eléctricas	
14.Instalación de loza sanitaria	
15.Instalación de grifería	

Procesos constructivos para acabados	
Proceso Constructivo	Ejemplo Visual
16.Segunda mano de pintura	
17.Instalación de zacate	

De manera conjunta, se puede observar el **Cuadro 3**, donde se resumen las etapas con sus procesos constructivos respectivos:

**Cuadro 3.** Resumen de procesos constructivos para cada etapa del proyecto.

Etapa	Procesos Constructivos
Preliminar	Trazo
Movimientos de Tierra	Nivelación y compactación del terreno
	Excavación
	Instalación del sistema mecánico sanitario
Cimentaciones	Formaleta de losa
	Relleno de lastre compactado
	Armadura de placas
	Colocación de bastones (refuerzo de pared vertical)

<b>Etapa</b>	<b>Procesos Constructivos</b>
	Instalación de armadura de columnas
	Instalación de armadura de pedestal
	Malla electrosoldada
	Colado de losa
<b>Paredes 1er nivel</b>	Trazo de paredes
	Pega de bloques de paredes
	Instalación eléctrica en paredes
	Instalación mecánica en paredes
	Relleno de celdas de paredes
	Colado de columnas
	Instalación de cargadores
<b>Entrepiso</b>	Confección e instalación de armadura de vigas de entepiso
	Colocar formaleta
	Instalación de puntales
	Instalación de viguetas
	Colocación de bloques de estereofón
	Colocación de instalación electromecánica
	Bastones de refuerzo vertical
	Malla electrosoldada
	Colado de losa
<b>Paredes 2do nivel</b>	Trazo
	Pega de bloques de paredes
	Instalación eléctrica en paredes
	Instalaciones mecánicas en paredes
	Relleno de celdas de paredes
<b>Viga Corona</b>	Instalación de cargadores
	Colocación de armadura
	Colocación de encofrado
	Colado de viga
<b>Tapicheles y techos</b>	Pega de bloques de paredes
	Colocación de armadura de viga tapichel
	Encofrado de viga tapichel
	Estructura metálica de techo
	Colado de viga tapichel
<b>Hojalatería e instalación pluvial</b>	Colocación de láminas de techo
	Instalación de hojalatería (cubrerías, botaguas, entre otros)
	Instalación de canoas
<b>Repellos</b>	Instalación de tubería pluvial
	Repellos primer nivel
	Repellos segundo nivel
	Repello fachada trasera
<b>Techado de garaje</b>	Repello fachada frontal
	Encofrado de armadura de pedestal
	Instalación de estructura metálica de techo
	Colado de pedestal

Etapa	Procesos Constructivos
Cielos	Colocación de láminas de policarbonato
	Estructura de cielos planta baja
	Cableado eléctrico cielos planta baja
	Instalación de conexiones electromecánicas planta alta-baja
	Estructura de cielos planta alta
	Cableado eléctricos cielos planta alta
	Colocación de cielos ambos niveles
Acabados	Revestimiento de paredes
	Empastado de cielos
	Sellado de paredes y cielos
	Repello de pisos
	Instalación de pisos primera planta
	Instalación de pisos segunda plata
	Enchape de escaleras
	Enchape de baños
	Instalación de puertas
	Instalación de ventanas
	Primera mano de pintura
	Instalación de muebles fijos
	Instalación de salidas eléctricas
	Instalación de loza sanitaria
	Instalación de grifería
Segunda mano de pintura	
Instalación de zacate	

### 3.1.2 Estado actual del control de calidad en procesos críticos

Con base en los procesos constructivos identificados, se procedió a consultar a los ingenieros residentes el estado o técnicas implementadas por la empresa para el control de calidad en cada proceso. La información de los profesionales se aprecia en el **Cuadro 4**. Para esto se utilizó la encuesta ubicada en el **Apéndice 1**, con la cual se consultó que tipo de revisión se realizaba para el control de calidad (Medición en campo, inspección visual, revisión de documentación o una combinación de varios métodos), el método específico utilizado, y si se registró en algún medio el control de calidad.

Tomando en cuenta los tipos de medición consultados en el cuestionario del **Apéndice 1**, se consideró crear una nomenclatura según el o los tipos de medición implementados (visto en el **Cuadro 5**) para así resumir los resultados de la encuesta de diagnóstico. Los resultados de las encuestas realizadas a los ingenieros “Ω”

y “β” se observan en el **Cuadro 6**, donde lo marcado como una “Ω” simboliza los métodos usados por el ingeniero Jiménez, “β” por Pereira. Con base en esto se obtuvieron los siguientes resultados:

**Cuadro 4.** Datos del personal de ingeniería encuestado.

Ingeniero	Nombre	Cargo
Ω	Ronald Jiménez	Ingeniero residente fijo en el proyecto
β	Karol Pereira	Ingeniera residente de apoyo para el proyecto

**Cuadro 5.** Clasificación de métodos usados en la revisión de calidad

Símbolo	Metodología usada
A	Solo medición en campo
B	Solo inspección visual
C	Solo revisión de documentación
D	Medición en campo e inspección visual
E	Medición en campo y revisión de la documentación
F	Inspección Visual y Revisión de la documentación
G	Todos los métodos

**Cuadro 6.** Resumen de métodos para control de calidad usados por el personal de ingeniería.

Etapa	Procesos Constructivos	Metodología						
		A	B	C	D	E	F	G
Preliminar	Trazo	β	Ω					
Movimientos de Tierra	Nivelación y compactación del terreno		Ω		β			
	Excavación		Ω β					
	Instalación de sistema mecánico sanitario	Ω β						
Cimentaciones	Formaleta de losa		Ω β					
	Relleno de lastre compactado		Ω		β			
	Armadura de placas	Ω				β		
	Colocación de bastones (refuerzo de pared vertical)		Ω			β		
	Instalación de armadura de columnas	Ω	β					
	Instalación de armadura de pedestales	Ω	β					
	Malla electrosoldada		Ω β					
	Colado de losa	Ω			β			
Paredes 1er nivel	Trazo de paredes		β			Ω		

Etapa	Procesos Constructivos	Metodología						
		A	B	C	D	E	F	G
	Pega de bloques de paredes	$\beta$	$\Omega$					
	Instalación eléctrica en paredes	$\beta$	$\Omega$					
	Instalación mecánica en paredes		$\Omega$		$\beta$			
	Relleno de celdas de paredes	$\beta$	$\Omega$					
	Colado de columnas	$\beta$	$\Omega$					
Entrepiso	Instalación de cargadores		$\beta$		$\Omega$			
	Confección e instalación de armadura de vigas de entrepiso	$\beta$			$\Omega$			
	Colocar formaleta		$\Omega \beta$					
	Instalación de puntales		$\beta$		$\Omega$			
	Instalación de viguetas	$\Omega$	$\beta$					
	Colocación de bloques de estereofón		$\Omega \beta$					
	Colocación de instalación electromecánica				$\Omega \beta$			
	Bastones de refuerzo vertical		$\Omega$		$\beta$			
	Malla electrosoldada		$\Omega$		$\beta$			
	Colado de losa	$\Omega$			$\beta$			
Paredes 2do nivel	Trazo		$\beta$			$\Omega$		
	Pega de bloques de paredes	$\beta$	$\Omega$					
	Instalación eléctrica en paredes	$\beta$	$\Omega$					
	Instalaciones mecánicas en paredes		$\Omega$		$\beta$			
	Relleno de celdas de paredes		$\Omega$		$\beta$			
Viga Corona	Instalación de cargadores		$\Omega \beta$					
	Colocación de armadura		$\Omega \beta$					
	Colocación de encofrado		$\Omega \beta$					
	Colado de viga		$\Omega$		$\beta$			
Tapicheles y techos	Pega de bloques de paredes		$\Omega \beta$					
	Colocación de armadura de viga tapichel		$\Omega$		$\beta$			
	Encofrado de viga tapichel		$\Omega \beta$					
	Estructura metálica de techo		$\Omega$		$\beta$			
	Colado de viga tapichel		$\Omega$		$\beta$			
	Colocación de láminas de techo		$\Omega \beta$					
Hojalatería e instalación pluvial	Instalación de hojalatería (cubrerías, botaguas, entre otros)		$\Omega$		$\beta$			
	Instalación de canoas		$\Omega$		$\beta$			
	Instalación de tubería pluvial	$\Omega$	$\beta$					
Repellos	Repellos primer nivel	$\Omega$	$\beta$					
	Repellos segundo nivel	$\Omega$	$\beta$					
	Repello fachada frontal	$\Omega$	$\beta$					
	Repello fachada trasera	$\Omega$	$\beta$					
Techado de garaje	Encofrado de armadura de pedestal		$\Omega \beta$					
	Instalación de estructura metálica de techo		$\Omega$		$\beta$			
	Colado de pedestal		$\Omega$		$\beta$			
	Colocación de láminas de policarbonato		$\Omega$		$\beta$			
Cielos	Estructura de cielos planta baja		$\Omega$		$\beta$			
	Cableado eléctrico cielos planta baja		$\Omega \beta$					

Etapa	Procesos Constructivos	Metodología						
		A	B	C	D	E	F	G
	Instalación de conexiones electromecánicas planta alta-baja	$\beta$	$\Omega$					
	Estructura de cielos planta alta		$\Omega \beta$					
	Cableado eléctricos cielos planta alta		$\Omega$		$\beta$			
	Colocación de cielos ambos niveles		$\Omega \beta$					
Acabados	Revestimiento de paredes		$\Omega \beta$					
	Empastado de cielos		$\Omega \beta$					
	Sellado de paredes y cielos		$\Omega \beta$					
	Repello de pisos	$\beta$	A					
	Instalación de pisos primera planta		$\Omega \beta$					
	Instalación de pisos segunda planta		$\Omega \beta$					
	Enchape de escaleras		$\Omega \beta$					
	Enchape de baños		$\Omega \beta$					
	Instalación de puertas		$\Omega \beta$					
	Instalación de ventanas		$\Omega \beta$					
	Primera mano de pintura		$\Omega \beta$					
	Instalación de muebles fijos		$\Omega$				$\beta$	
	Instalación de salidas eléctricas		$\Omega$				$\beta$	
	Instalación de loza sanitaria	$\beta$	$\Omega$					
	Instalación de grifería	$\beta$	$\Omega$					
	Segunda mano de pintura		$\Omega \beta$					
Instalación de zacate		$\Omega \beta$						

De manera gráfica, en la **Figura 37** se observa que para el control de calidad el ingeniero  $\Omega$  aplica en el 78% de los procesos, un método de revisión visual (método B), en el 14% de los procesos, un método medición en campo (método A), para un 5% de los procesos se usó una combinación de revisión visual y medición (método D), y para un 3% de los procesos se combinó la medición en campo con la revisión de documentación técnica relevante (método E). El ingeniero  $\Omega$  no implementó los métodos C, F y G para la revisión de algún proceso constructivo. En el caso de la ingeniera  $\beta$  representado en la **Figura 38**, se observa una significativa diferencia a la metodología del ingeniero A. Para el 51% de los procesos se aplicó un método de revisión visual (método B), seguido por un 27% de los procesos donde se usó una combinación de revisión visual y medición (método D). Después con un 17% se utilizó un método de medición en campo (método A), luego en un 3% de los procesos implementó una combinación de revisión visual con revisión a la documentación técnica (método F), y en un 2% de los procesos implementó un método de medición en campo junto a una revisión de documentación técnica relevante (método E). La ingeniera  $\beta$  no implementó los métodos C, y G para la revisión de algún proceso constructivo.

Figura 37. Gráfico del uso de métodos de control de calidad usados por el ingeniero Jiménez ( $\Omega$ ) en el condominio Río Plata

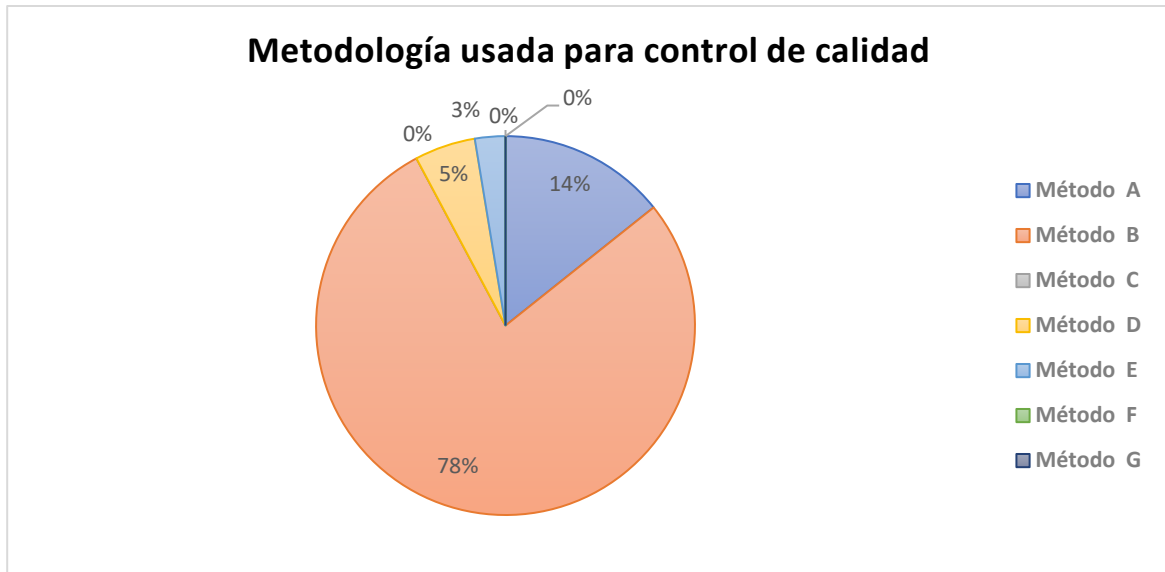
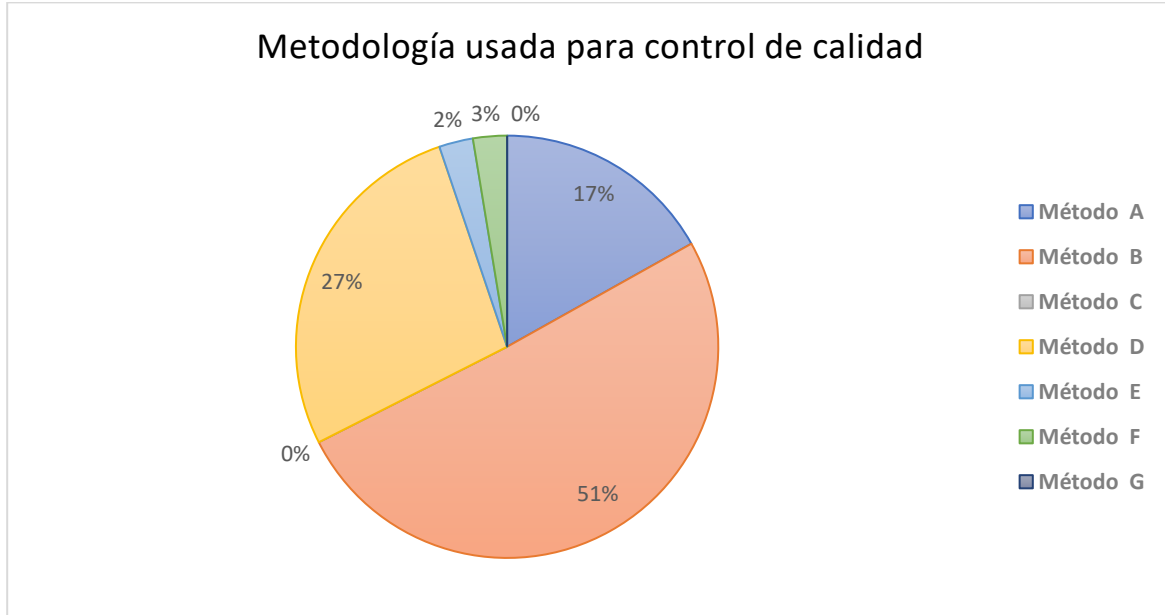


Figura 38. Gráfico del uso de métodos de control de calidad usados por la ingeniera Pereira ( $\beta$ ) en el condominio Río Plata



### 3.1.2.1 Resultados sobre métodos de registro actuales para el control de calidad

Como se mencionó anteriormente, en el cuestionario del **Apéndice 1** se consultó a ambos ingenieros si cualquier tipo de revisión para el control de calidad era registrada o respaldada de alguna forma como método para validar que se realizó dicho proceso. Lamentablemente según las respuestas que aparecen en el **Apéndice 3**, se muestra que hay poco o ningún tipo de registro de los procesos de control de calidad actuales en el proyecto, a excepción de algunos apuntes realizados en la bitácora del proyecto, fotografías o ciertas verificaciones con planos y fichas técnicas que no son registradas propiamente.

### 3.1.3 Listado de procesos y actividades críticas para el control de calidad

Conociendo ahora los métodos empleados por los profesionales para el control de calidad, se les consultó el nivel de prioridad o criticidad de cada etapa y proceso utilizando el cuestionario del **Apéndice 2**. Por medio de esta consulta se determina qué procesos tienen mayor relevancia para la empresa, los cuales deberían ser incluidos dentro de la herramienta de revisión. En esta encuesta los ingenieros marcaron con una “X” el nivel de prioridad “Alto” si opinaban que el control de calidad de este proceso era vital para la aceptación del proyecto, “intermedio” si el proceso ocupaba un monitoreo moderado y “bajo” si el control de calidad no era necesario o importante para la elaboración de la vivienda. Las respuestas se observan a continuación en el **Cuadro 7**. Cabe mencionar que estos resultados se obtuvieron al realizar la encuesta con los 2 ingenieros al mismo tiempo, esto con el objetivo de estandarizar el nivel de importancia de cada proceso y generar la guía según el estándar dado.

**Cuadro 7.** Resumen de nivel de prioridad de cada proceso para el control de calidad.

Etapa	Procesos Constructivos	Nivel de prioridad		
		Alto	Intermedio	Bajo
Preliminar	Trazo	X		
Movimientos de Tierra	Nivelación y compactación del terreno	X		
	Excavación		X	
	Instalación de sistema mecánico sanitario	X		
Cimentaciones	Formaleta de losa		X	
	Relleno de lastre compactado		X	
	Armadura de placas	X		

Etapa	Procesos Constructivos	Nivel de prioridad		
		Alto	Intermedio	Bajo
	Colocación de bastones (refuerzo de pared vertical)			X
	Instalación de armadura de columnas	X		
	Instalación de armadura de pedestales			X
	Malla electrosoldada		X	
	Colado de losa	X		
Paredes 1er nivel	Trazo de paredes		X	
	Pega de bloques de paredes		X	
	Instalación eléctrica en paredes		X	
	Instalación mecánica en paredes		X	
	Relleno de celdas de paredes			X
	Colado de columnas	X		
Entrepiso	Instalación de cargadores		X	
	Confección e instalación de armadura de vigas de entrepiso	X		
	Colocar formaleta		X	
	Instalación de puntales	X		
	Instalación de viguetas	X		
	Colocación de bloques de estereofón			X
	Colocación de instalación electromecánica	X		
	Bastones de refuerzo vertical			X
	Malla electrosoldada		X	
Colado de losa	X			
Paredes 2do nivel	Trazo		X	
	Pega de bloques de paredes		X	
	Instalación eléctrica en paredes		X	
	Instalaciones mecánicas en paredes		X	
	Relleno de celdas de paredes			X
Viga Corona	Instalación de cargadores		X	
	Colocación de armadura	X		
	Colocación de encofrado		X	
	Colado de viga	X		
Tapicheles y techos	Pega de bloques de paredes	X		
	Colocación de armadura de viga tapichel	X		
	Encofrado de viga tapichel		X	
	Estructura metálica de techo	X		
	Colado de viga tapichel	X		
	Colocación de láminas de techo y		X	
Hojalatería e instalación pluvial	Instalación de hojalatería (cubiertas, botaguas, entre otros)			X
	Instalación de canoas			X
	Instalación de tubería pluvial			X
Repellos	Repellos primer nivel			X
	Repellos segundo nivel			X
	Repello fachada frontal			X
	Repello fachada trasera			X
Techado de garaje	Encofrado de armadura de pedestal		X	
	Instalación de estructura metálica de techo		X	

Etapa	Procesos Constructivos	Nivel de prioridad		
		Alto	Intermedio	Bajo
	Colado de pedestal		X	
	Colocación de láminas de policarbonato		X	
Cielos	Estructura de cielos planta baja	X		
	Cableado eléctrico cielos planta baja		X	
	Instalación de conexiones electromecánicas planta alta-baja	X		
	Estructura de cielos planta alta	X		
	Cableado eléctricos cielos planta alta		X	
	Colocación de cielos ambos niveles		X	
Acabados	Revestimiento de paredes		X	
	Empastado de cielos		X	
	Sellado de paredes y cielos			X
	Repello de pisos		X	
	Instalación de pisos primera planta	X		
	Instalación de pisos segunda plata	X		
	Enchape de escaleras	X		
	Enchape de baños	X		
	Instalación de puertas		X	
	Instalación de ventanas		X	
	Primera mano de pintura			X
	Instalación de muebles fijos		X	
	Instalación de salidas eléctricas		X	
	Instalación de loza sanitaria	X		
	Instalación de grifería	X		
	Segunda mano de pintura		X	
	Instalación de zacate			X

En la encuesta del **Apéndice 2**, los ingenieros en conjunto también señalaron qué actividades o aspectos de un proceso son los más importantes a tomar en consideración para el control de calidad. Por medio de esas respuestas en combinación al nivel de prioridad señalado en cada proceso, se generó el **Cuadro 8**, el cual indica los procesos que van a ser incluidos en la herramienta de control de calidad (serán todos los procesos señalados como prioridad alta o moderada). A cada proceso se le agregara las actividades correspondientes mencionadas en el cuestionario, las cuales servirán como la base para generar los aspectos o variables que deben ser evaluados bajo uno o varios parámetros, y así considerar que la calidad del proceso se mantuvo. Estos parámetros no son los únicos, ya que los elementos a revisar para cada proceso aumentarán según especificaciones de la normativa técnica nacional y de la documentación de la empresa.

**Cuadro 8.** Resumen de procesos críticos para el control de calidad y elementos respectivos a evaluar.

<b>Etapa</b>	<b>Procesos Constructivos</b>	<b>Actividad o elemento que considerar</b>
Preliminar	Trazo	Niveles
Movimientos de Tierra	Nivelación y compactación del terreno	Ensayo de compactación
	Excavación	Dimensiones Compactación
	Instalación de sistema mecánico sanitario	Ubicación Calibres de tubería
Cimentaciones	Formaleta de losa	Instalación de formaleta
	Relleno de lastre compactado	Ensayo de compactación
	Armadura de placas	Instalación de acero Calibre de acero instalado
	Instalación de armadura de columnas	Instalación de acero Calibre de acero instalado
	Malla electrosoldada	Instalación de acero Calibre de acero instalado
	Colado de losa	Nivelado Calidad del concreto
Paredes 1er nivel	Trazo de paredes	Dimensiones y límites
	Pega de bloques de paredes	Sisas y plomo
	Instalación eléctrica en paredes	Ubicación y calibre de tubería
	Instalación mecánica en paredes	Ubicación y calibre de tubería
	Colado de columnas	Calidad del concreto
Entrepiso	Instalación de cargadores	Altura del cargador
	Confección e instalación de armadura de vigas de entepiso	Instalación de acero Calibre de acero instalado
	Colocar formaleta	Instalación de formaleta
	Instalación de puntales	Chequeo de seguridad
	Instalación de viguetas	Distribución en planos Chequeo de seguridad
	Colocación de instalación electromecánica	Ubicación y calibre de tubería
	Malla electrosoldada	Instalación de acero Calibre de acero instalado
	Colado de losa	Nivelado Calidad del concreto
Paredes 2do nivel	Trazo	Nivelado Calidad del concreto
	Pega de bloques de paredes	Dimensiones y límites
	Instalación eléctrica en paredes	Sisas y plomo
	Instalaciones mecánicas en paredes	Ubicación y calibre de tubería
Viga Corona	Instalación de cargadores	Altura del cargador
	Colocación de armadura	Instalación de acero Calibre de acero instalado
	Colocación de encofrado	Instalación de formaleta

<b>Etapa</b>	<b>Procesos Constructivos</b>	<b>Actividad o elemento que considerar</b>
	Colado de viga	Calidad del concreto
Tapicheles y techos	Pega de bloques de paredes	Sisas, plomo, pendiente
	Colocación de armadura de viga tapichel	Distribución del acero Calibre del acero
	Encofrado de viga tapichel	Instalación de formaleta
	Estructura metálica de techo	Distribución del acero Dimensiones de los perfiles
	Colado de viga tapichel	Calidad del concreto
	Colocación de láminas de techo	Calidad e instalación de componentes
Hojalatería e instalación pluvial	Instalación de hojalatería (cubrerías, botaguas, canoas, entre otros.), y tubería pluvial	Instalación general de los componentes
Repellos	Repello general	Acabado general del repello
Techado de garaje	Encofrado de armadura de pedestal	Instalación de formaleta
	Instalación de estructura metálica de techo	Distribución del acero Dimensiones de los tubos
	Colado de pedestal	Calidad del concreto
	Colocación de láminas de policarbonato	Instalación y calidad de componentes
Cielos	Estructura de cielos planta baja	Altura e instalación de la estructura
	Cableado eléctrico cielos planta baja	Instalación del cableado
	Instalación de conexiones electromecánicas planta alta-baja	Instalación según planos
	Estructura de cielos planta alta	Altura e instalación de la estructura
	Cableado eléctricos cielos planta alta	Instalación del cableado
	Colocación de cielos ambos niveles	Instalación de laminas
Acabados	Revestimiento de paredes	Acabado general de empastado
	Empastado de cielos	Acabado general del revestimiento
	Repello de pisos	Nivelado y altura
	Instalación de pisos primera y segunda planta	Niveles, picas y sisas
	Enchape de escaleras	Fragua y picas
	Enchape de baños	Fragua y picas
	Instalación de puertas	Calidad y dimensiones
	Instalación de ventanas	Presentación, marcos y filtraciones
	Instalación de muebles fijos	Calidad y dimensiones
	Instalación de salidas eléctricas	Calidad
	Instalación de loza sanitaria	Calidad y funcionamiento
	Instalación de grifería	Calidad y funcionamiento
Segunda mano de pintura	Acabado general	

## 3.2 Definición de los criterios de calidad para la aceptación de los procesos críticos

Con los procesos constructivos críticos identificados, se procedió a buscar todas las fuentes de información que pudieran brindar o indicar los parámetros para evaluar si un proceso constructivo cumple con los estándares de calidad de la empresa. La primera fuente de información proviene de la documentación técnica que la empresa Desarrollos Técnicos S.A., posee para sus proyectos. Después para complementar o agregar información faltante de la documentación de la empresa, se utilizó las normativas técnicas implementadas a nivel general en el país. Al mismo tiempo que se identificaron estos parámetros, se definieron las variables de medición de que serán evaluadas por dichos parámetros. A continuación, se presentan los resultados encontrados.

### 3.2.1 Parámetros identificados en documentación técnica de la empresa

Los primeros documentos en revisar fueron aquellos de mayor uso, o de uso directo en la obra, los cuales como los planos constructivos del proyecto e informes de la empresa. Dentro de cada uno de estos documentos se encuentran especificaciones para la elaboración de elementos de obras gris y demás. En el **Cuadro 9** se adjuntan cada parámetro señalado por los documentos para uno o varios elementos constructivos.

**Cuadro 9.** Parámetros para el control de calidad encontrados en documentos de la empresa.

<b>Etapas o procesos constructivos</b>	<b>Actividad o elemento a evaluar</b>	<b>Parámetro de aceptación</b>
Aspectos generales del concreto de obra	Concreto para obra gris	Resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
	Concreto para relleno de mampostería	Resistencia a la compresión $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$
	Concreto para viguetas	Resistencia a la compresión $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
	Recubrimiento de elementos de concreto	Espesor mínimo de 30mm
Aspectos generales del acero de refuerzo	Acero de refuerzo (GR60)	Las barras corrugadas deben cumplir con la ASTM A-615 y ser grado 60
	Acero de refuerzo intermedio (GR40)	Cumplir con esfuerzo mínimo de fluencia compresión $F_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$

Etapa o proceso constructivo	Actividad o elemento a evaluar	Parámetro de aceptación
Cimentaciones	Lastre compactado	El lastre debe ser compactado al 95% del Proctor modificado
	Armadura de placa corrida PC-1	4 varillas #3 con aros de 5.5mm @15cm
		La sección transversal debe ser de 20x40cm
	Armadura de placa corrida PC-2	4 varillas #3 con aros de 5.5mm @15cm
		La sección transversal debe ser de 20x60cm
	Columnas	4 varillas #3 con aros de #3 @15cm Dimensiones de 15x40cm, h=2.60m
Malla electrosoldada (fundación)	La malla debe ser de varilla #3 @250mm	
Paredes	Trazo de pared	Altura de paredes h=2.60m
	Bloques	Los bloques deben ser de 13.5x40x20cm
	Relleno de celdas	Se rellenan todas las celdas que contengan refuerzo vertical
Instalaciones electromecánicas	Instalación mecánica	Previstas ubicadas según solicitado en planos. Tubería potable general de 18mm SDR 13.5, para previstas 12mm. Para tubería sanitaria se usará PVC SDR 41 de manera general
	Instalación eléctrica	Las previstas deben estar ubicadas según planos. La tubería general debe ser tubo Conduit 13mm
Entrepisos	Armadura de vigas VE-1	4 varillas 7.2mm con aros de 5.5mm @20cm
		La sección transversal debe ser de 13.5x40cm
	Armadura de vigas VE-2	4 varillas #5 con aros de #3 @20cm
		La sección transversal debe ser de 13.5x40cm
	Armadura de vigas VE-3	4 varillas #4 con aros de #3 @20cm
		La sección transversal debe ser de 13.5x40cm
	Armadura de vigas VE-4	5 varillas #3 con aros de 5.5mm @20cm
		La sección transversal debe ser de 13.5x40cm
Armadura de vigas VE-5	6 varillas #5 con aros de #3 @20cm	
	La sección transversal debe ser de 13.5x40cm	
Viguetas de entrepiso	Las viguetas deben tener una sección transversal de 5x11.5cm @70cm	
Malla electrosoldada (entrepiso)	La malla debe ser de varilla #2 @25cm	

<b>Etapas o procesos constructivos</b>	<b>Actividad o elemento a evaluar</b>	<b>Parámetro de aceptación</b>
Viga Corona	Armadura de viga corona	4 varillas #4 con aros de #3 @15cm
		La sección transversal debe ser de 13.5x40cm
Tapicheles y techos	Viga Tapichel	4 varillas #3 con aros de #3 @15cm
	Estructura de techo	La sección transversal debe ser de 13.5x30cm
		Las vigas de techo deben ser de tubos de hierro de 100x100x1.8mm. Los clavadores serán de perfiles 50x100x1.6mm
Láminas de techo	Las láminas de cubierta deben ser hierro galvanizado #26	
Hojalatería	Materiales de hojalatería	Todos los componentes (cubiertas, canoas, etc.) deben ser de hierro galvanizado #24
Techado de Garaje	Estructura de garaje	Las columnas y vigas de la estructura deben ser tubos de hierro de 100x100x3.17mm y en el extremo frontal y posterior del marco se usarán tubos de 100mØ x 3.17mm
	Cubierta de garaje	Las láminas deben ser de policarbonato
Cielos	Estructura de cielos	La estructura deberá respetar la altura de 2.6m para las habitaciones y estar elaborada de perfiles HG.
	Material de Cielos	Los cielos serán elaborados con láminas gypsum

Fuente. Desarrollos Técnicos, S.A.

Este cuadro solo contempla aquellos elementos que tuvieron algún tipo de anotación o especificación con la cual obtener los parámetros. Los elementos en los que no se encontró especificaciones incluyen los repellos, zanjas y sistema mecánico pertenecientes a la etapa de movimientos de tierra. Tampoco se cuenta con detalles para la pega de bloques. Para el sistema electromecánico se resumió la información a los aspectos de mayor relevancia para un profesional en construcción a revisar. Con respecto a los acabados, los planos presentan detalles sobre dimensiones de puertas, ventanearía, muebles y demás; pero como estos elementos varían según los requisitos de diseño establecidos por los dueños de las viviendas, no hay forma de generar una manera estandarizada para evaluar estos elementos.

Además, en las investigaciones de campo, se observaron ciertos aspectos o variables de medición que son inspeccionados para verificar que un proceso se realizó de buena manera, sin necesidad de tener un plano o documento que indique las instrucciones a realizar. Con base a las variables descritas en la sección 1.4.3,

se asignaron a cada etapa una o más de estas variables como parte del proceso de revisión general, con referencia en el **Cuadro 10**.

**Cuadro 10.** Variables de medición general para las etapas constructivas de la obra.

<b>Etapa</b>	<b>Variable de medición</b>
Preliminar	Dimensiones Alineación Escuadra
Movimientos de Tierra	Nivelado Dimensiones Alineación Escuadra
Cimentaciones	Nivelado Dimensiones Alineación Escuadra Apariencia
Entrepiso	Nivelado Dimensiones Alineación Escuadra Apariencia
Paredes	Dimensiones Alineación Plomo Escuadra Apariencia
Viga Corona	Dimensiones Alineación Apariencia
Tapicheles y techos	Nivelado Dimensiones Alineación Apariencia
Hojalatería e instalación pluvial	Alineación Apariencia
Repellos	Nivelado Apariencia
Techado de garaje	Nivelado Dimensiones Alineación Plomo Apariencia
Cielos	Nivelado Alineación Apariencia

Acabados	Nivelado Dimensiones Apariencia
----------	---------------------------------------

### 3.2.2 Parámetros identificados en documentación técnica nacional

A continuación, se presentan los parámetros identificados en la revisión de la documentación técnica nacional. El primero de estos documentos es el Código Sísmico de Costa Rica vigente, el cual indica los parámetros técnicos que aseguran a nivel estructural, que la vivienda cumple con lo requerido para ser habitable y segura. En este caso nos centraremos en la sección de diseño simplificado, el cual permite el diseño de casas usando detalles y estándares simplificados, siempre y cuando se cumplan algunos parámetros básicos. También se agregaron algunos parámetros encontrados fuera del apartado del diseño simplificado, pero de igual manera son aplicables a la elaboración de viviendas unifamiliares. A continuación, se presenta en el **Cuadro 11** la información encontrada.

**Cuadro 11.** Parámetros identificados en el Código Sísmico de Costa Rica CSCR 2010

Elemento o proceso constructivo	Sección consultada	Parámetro
Paredes	9.2.4 Mortero de nivelación	El mortero entre bloques de mampostería debe tener un espesor de 0.6cm a 2.5cm
	A.1.1 Unidades huecas de mampostería	Los bloques de concreto deben de tener como mínimo una resistencia a la compresión promedio de 133 kg/cm <sup>2</sup>
	17.3.3 Paredes	El espesor de las paredes resistentes a cargas debe ser como mínimo de 12cm.
	A.3.1 Almacenamiento, manejo y preparación	Las unidades de mampostería utilizadas deben instalarse en seco
		No se puede utilizar mortero pasado las 2 horas de haber sido mezclado

Elemento o proceso constructivo	Sección consultada	Parámetro
	A.3.2 Colocación de las unidades de mampostería	La superficie de los bloques en contacto con mortero debe estar limpio y libre de sustancias dañinas
		El mortero de pega debe cubrir toda la superficie en contacto del bloque mampostería
		Antes de introducir el mortero de relleno, toda celda o espacio de la pared debe ser limpiado. Además, solo se deben rellenar espacios indicados en planos
		Para compactar el relleno de las paredes de mampostería se debe realizar con vibración mecánica. Si la altura del elemento a colar es mayor a 30 cm, si no se puede realizar por envarillado.
Concreto	17.3.2 Fundaciones	Resistencia a la compresión mínima de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Placa corrida	17.3.2 Fundaciones	El ancho y espesor mínimo de la placa debe ser 55cm y 20 cm respectivamente
		El refuerzo de la placa debe utilizar como mínimo 3 varillas #3 como refuerzo longitudinal y aros de varilla #3 a cada 25cm
Vigas Corona y columnas	17.3.3 Paredes	Las dimensiones mínimas de elementos confinantes de paredes deben ser 12cm x 15cm
		El refuerzo mínimo de elementos confinantes son cuatro varillas #3 y aros #2 @ 20cm
Acero de refuerzo	A.3.1 Almacenamiento, manejo y preparación	El acero debe estar libre de corrosión o cualquier sustancia que afecte su adherencia

Elemento o proceso constructivo	Sección consultada	Parámetro
	A.3.2 Colocación de las unidades de mampostería	La tolerancia máxima permitida a la hora de colocar acero de refuerzo en paredes de mampostería es de $\pm 2\text{cm}$

Fuente. CSCR, 2010.

Otro documento consultado fue el Reglamento de Construcciones del INVU, específicamente en el capítulo de edificaciones para uso residencial. La revisión del documento no brindó mucha información para generar parámetros para el control de calidad, además de lo mencionado en el **Cuadro 12**.

**Cuadro 12.** Parámetros identificados en el Reglamento de Construcciones del INVU

Elemento o proceso constructivo	Sección consultada	Parámetro
Cielos	Artículo 158. Altura de piso a cielo	La altura mínima de piso a cielo raso debe ser 2.4m.
Puertas	Artículo 159. Tamaño de puertas	Altura mínima de puertas debe ser 2.10m, con un ancho mínimo de 0.9m para zonas habitables o 0.8m para no habitables

Fuente. INVU, 2022.

### 3.2.3 Parámetros identificados en documentación técnica internacional

Adicional a la revisión de la documentación nacional, sea adjuntan criterios o parámetros para la aceptación de procesos constructivos que aparecen en documentación internacional, pero que son igual aplicadas en el país. En este caso, se utilizaron documentos provenientes de la American Society for Testing Materials (ASTM) y la American Concrete Institute (ACI). Los parámetros encontrados se adjuntan a continuación en el **Cuadro 13**.

Cuadro 13. Parámetros identificados en documentación internacional.

Documento consultado	Elemento o proceso constructivo	Sección consultada	Parámetro
ASTM D1557	Compactación del terreno y de lastre de relleno	13. Precisión y sesgo	Tanto el lastre como el suelo base deben ser compactados hasta llegar como mínimo al 95% de la densidad determinada con el ensayo de Proctor modificado, los resultados de aceptación no pueden tener una desviación estándar mayor 0.6
ASTM A500	Estructuras metálicas para techado (vivienda y garaje)	11. Variación admisible en las dimensiones	<p>En tubos estructurales circulares, la tolerancia del diámetro exterior será <math>\pm 0.75\%</math> del diámetro especificado.</p> <p>En tubos estructurales rectangulares, la tolerancia para las dimensiones exteriores será de <math>\pm 0.8\text{mm}</math>, medido a partir de la dimensión plana mayor del tubo.</p> <p>La tolerancia para el espesor de las paredes de los tubos tanto rectangulares como circulares será un <math>\pm 10\%</math> de espesor especificado.</p> <p>La tolerancia para el pandeo o rectitud de un tubo será un <math>\pm 10\text{mm} \times L/5</math>, donde L es el largo del tubo estructural instalado.</p> <p>En tubos rectangulares, los lados adyacentes tienen que formar <math>90^\circ</math> con una tolerancia de <math>\pm 2^\circ</math>.</p> <p>La tolerancia para el radio de las esquinas en tubos rectangulares es de <math>\pm 3t</math>, donde t es el espesor especificado para el elemento.</p> <p>La tolerancia para la torsión en tubos rectangulares es de <math>\pm 1.9\text{mm}</math></p>
		16. Inspección	Todo tubo deberá estar libre de imperfecciones y con un acabado eficiente. En el caso de que aparezcan imperfecciones, serán toleradas si no reducen el espesor requerido en un 33.33% y si

Documento consultado	Elemento o proceso constructivo	Sección consultada	Parámetro
			<p>pueden ser corregidas con soldadura o esmerilado.</p> <p>Otras imperfecciones que no comprometan el espesor del tubo, pero si evidencien una falta de calidad podrán ser tolerados si pueden ser corregidos con métodos como el esmerilado o soldadura.</p>
ASTM A615	Acero de refuerzo	12. Terminación	<p>Las varillas de acero deberán estar libres de imperfecciones superficiales perjudiciales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidación considerable</li> <li>• Irregularidades superficiales</li> <li>• Escamas de laminación</li> <li>• Pliegues</li> <li>• Costuras</li> <li>• Costras</li> <li>• Astillas</li> <li>• Fisuras por contracción o solidificación.</li> </ul>
		16. Informe de ensayos	<p>Las varillas de refuerzo deberán cumplir con las propiedades de tracción, composición química, y propiedades de doblado según lo requerido para el elemento solicitado.</p>
ASTM C33	Concreto	Agregado fino, características generales	<p>El agregado fino debe consistir en arena natural, fabricada u otro agregado reciclado, en donde el límite pasando el tamiz 200 es un 5% si es sometido al ensayo de granulometría.</p>
		Agregado fino, sustancias perjudiciales	<p>Procurar que el agregado fino esté libre de impurezas orgánicas antes de su uso.</p>
		Agregado grueso, características generales	<p>Los agregados gruesos deberán consistir en grava, piedra molida, escoria de alto horno u otro agregado reciclado</p>
ASTM C39	Concreto	11. Precisión y sesgo	<p>El concreto utilizado debe dar con la resistencia a la compresión requerida en los ensayos de cilindros, donde los resultados no pueden tener un coeficiente de variación mayor a un 2.9%</p>

Documento consultado	Elemento o proceso constructivo	Sección consultada	Parámetro
ACI 117-10	Acero de Refuerzo	2.1 Fabricación y montaje de refuerzo	La tolerancia para la extensión requerida para las varillas de refuerzo de extremo a extremo o de inicio de un doblado al otro es de $\pm 2.5$ cm.
			La tolerancia para la extensión de dobleces de ganchos iguales o menores a 90 grados es de $\pm 2.5$ cm.
			La tolerancia para la extensión de dobleces de ganchos mayores a 90 grados es de $\pm 1.3$ cm.
			La tolerancia para la extensión de los aros en ambos ejes es de $\pm 1.3$ cm.
	Nota: Estas tolerancias son aplicables para elementos hechos con varillas #3 a #11.		
	Cimentaciones	3.2 Desviación de la ubicación	La tolerancia para la desviación horizontal de las cimentaciones que soporten mampostería una vez instaladas es de $\pm 1.5$ cm.
3.2 Desviación de la elevación		La tolerancia para las variaciones en la superficie de los cimientos es de $\pm 1.3$ cm, con respecto al nivel al que se tiene que ubicar en el terreno.	
Columnas	4.1 Desviación de la plomada	La tolerancia para el desplome de columnas de concreto es de $\pm 2.5$ cm.	
	4.2 Desviación de la ubicación	La tolerancia para la desviación horizontal y vertical de las columnas de concreto una vez instaladas es de $\pm 2.5$ cm.	
Vigas	4.2 Desviación de la ubicación	La tolerancia para la desviación horizontal y vertical de las vigas de concreto una vez instaladas es de $\pm 2.5$ cm.	
ACI 530.1	Paredes	3.3G Tolerancias del sitio	En paredes de mampostería la tolerancia del desplome permitido es de $\pm 1.3$ cm.

Documento consultado	Elemento o proceso constructivo	Sección consultada	Parámetro
			<p>La tolerancia para la desviación de la pared con respecto a su propio trazo es de <math>\pm 1.3\text{cm}</math>.</p> <p>La tolerancia para la desviación de la pared con respecto a otras paredes o una columna es <math>\pm 1.3\text{cm}</math>.</p>
ACI 347	Encofrados	3.2 Prácticas de construcción y manejo de materiales	<p>El encofrado deberá revisarse antes de instalar el acero de refuerzo o el concreto para determinar que las dimensiones del encofrado reflejan las dimensiones requeridas para el elemento a colar.</p> <p>Verificar que todos los elementos que van incorporados dentro del elemento, además del refuerzo, están correctamente ubicados e identificados.</p> <p>Las láminas o elementos usados para hacer la formaleta deben estar libres de contaminación antes de montar la estructura y colar.</p> <p>Las paredes del encofrado en contacto con concreto deben usar un agente lubricante para ayudar a remover las piezas una vez el concreto endurezca.</p>

Fuente. ASTM 2024a, ASTM 2024b, ASTM 2024c, ASTM 2022, ASTM 2023, ACI 2010, ACI 2014, ACI 2016

### 3.2.4 Parámetros basados en buenas prácticas constructivas

Para complementar la guía de control de calidad, se agregó información de fuentes que no pertenecen a una normativa nacional o internacional específica. No obstante, estas fuentes sí contienen recomendaciones o buenas prácticas que toda obra debería adoptar para mantener la calidad. Inclusive, se agregan recomendaciones dadas por Desarrollos Técnicos S.A. propiamente, debido a que la empresa desea estandarizar procesos propios. Los parámetros encontrados en estas fuentes se observan a continuación en el **Cuadro 14**.

Cuadro 14. Parámetros identificados en fuentes adicionales.

Fuente consultada	Elemento o proceso constructivo	Sección consultada	Parámetro
Trazo - Fundación Carlos Slim	Trazo (Etapa preliminar)	-----	Las hiladas del trazo que formen un ángulo perpendicular al anclaje y/u otras hiladas de trazo deben de ser verificadas con escuadra.
Cómo nivelar un terreno: Nivel fijo o estatal - Sodimac	Nivelación	-----	El terreno debe estar limpio de material orgánico y desechos antes de comenzar la nivelación.
Manual del maestro Constructor - Aceros Arequipa	Excavación	Excavación de zanjas	<p>El rango de profundidad aceptable para las zanjas debe ser de 0.8m a 1.5m, excavaciones más profundas pueden ser más propensas a derrumbes de sus paredes.</p> <p>El fondo de la zanja deberá ser humedecido y posteriormente compactado para garantizar el nivelado y compactación del terreno.</p> <p>Las zanjas no pueden ser utilizadas si el suelo contiene exceso de material orgánico, desechos o material de relleno no apropiado.</p>
Desarrollos Técnicos S.A.	Acero de Refuerzo	----	<p>En la soldadura de toda pieza de refuerzo no debe haber presencia de grumos y contar con un soldado continuo.</p> <p>El traslape de armaduras que lo requieran deben tener como máximo recomendado 30 cm de varilla. Si se excede esta medida, no se realizan cortes para no generar desperdicios de varilla.</p>
Teoría de consolidación del hormigón – Multiquip.	Concreto	Vibrado del concreto	<p>El concreto se encuentra propiamente vibrado si:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El encofrado queda lleno y nivelado hasta el nivel deseado.</li> <li>• Se expulsa todo el aire atrapado.</li> <li>• Todos los elementos que van dentro del elemento quedan completamente rodeados de concreto.</li> </ul>

Fuente consultada	Elemento o proceso constructivo	Sección consultada	Parámetro
Colocación, vibrado y curado del hormigón – Grupo Polpaico	Concreto	Curado del concreto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se logra las características físicas del concreto.</li> </ul> <p>Un curado apropiado del concreto debería considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El proceso inicia una vez termina el acabado superficial del elemento de concreto.</li> <li>• El agua debe ser vertida sin usar altas presiones para evitar marcar o deformar el concreto fresco.</li> <li>• Para concreto regular se requiere de un proceso de curado de 7 a 10 días o de 3 a 4 días si un concreto de resistencia temprana.</li> </ul>
Repello fino: qué es, usos, ventajas, aplicación y productos. - Mapei	Repellos	Aplicación del repello	<p>La superficie donde se aplicará el repello debe estar libre de contaminantes y desechos.</p> <p>Las superficies donde se aplique repello deben estar ligeramente húmedas.</p>
Buenas prácticas de supervisión e instalación de techos - Ternium	Láminas de techo	Buenas prácticas de instalación de láminas (recomendaciones generales)	<p>Las láminas deben tener un traslape mínimo de 20 cm para evitar filtraciones después de su instalación.</p> <p>Las láminas deben ser fijadas a la estructura usando tornillos de acero galvanizado para evitar oxidación y con una arandela de neopreno para evitar la filtración de agua.</p> <p>Los tornillos deben instalarse hasta fijar la lámina sin deformar el área alrededor ya que genera posibles filtraciones.</p> <p>No deben quedar residuos metálicos encima del techado ya que pueden oxidarse y dañar el material.</p>

Fuente consultada	Elemento o proceso constructivo	Sección consultada	Parámetro
Guía para Instalación de Cumbre en Techo de Lámina Aceros - Torice	Hojalatería	-----	Los elementos que estén expuestos a radiación solar deben ser sellados con productos de poliuretano, o resistentes al sol.  Las cumbres y demás accesorios deben ser fijados al igual que el techado, usando los tornillos galvanizados y arandelas de neopreno.
Cómo instalar canaletas   Taller del especialista - Sodimac	Sistema Pluvial (canaos)	----	El rango de pendiente recomendada es de 3mm/d a 5mm/d donde d es el largo de la canoa desde su inicio hasta la boca del bajante.  La distancia entre los ganchos que soportan la canoa debe ser de 50cm.
¿Cómo instalar láminas de policarbonato? - Stabilit	Láminas de policarbonato	Pasos para la correcta instalación de una lámina de policarbonato	Las láminas deben instalarse de manera que las celdas del laminado queden en sentido a la pendiente de la cubierta.  De requerir atornillado, el tornillo debe ser de punta broca y no debe atornillarse más allá de la superficie de la lámina para evitar deformarla.  La lámina debe instalarse con la cara que posee resistencia UV, viendo hacia el sol.
Guía de instalación de cielos y aleros - Plycem	Cielos	Transporte	No se pueden utilizar láminas que fueron expuestas al ambiente o que sufrieran deflexiones.
No caigas en los errores comunes al empastar una pared. - Norton	Revestimiento	---	La superficie debe estar libre de suciedad antes de aplicar la pasta.  El proceso de lijado solo puede comenzar en superficies donde el revestimiento secó, por completo.  El proceso de pintado solo puede comenzar en superficies propiamente lijadas.
Tu piso perfecto: guía para la instalación de cerámicos y	Enchape	-----	La superficie donde se colocará la cerámica debe estar nivelada y

Fuente consultada	Elemento o proceso constructivo	Sección consultada	Parámetro
porcelanatos - Cerro Negro			limpia para comenzar con el proceso de enchape.
Cómo instalar una ventana paso a paso de manera óptima y eficiente - Soudal España	Instalación de ventanas	-----	El buque de la ventana debe estar nivelado y plomado propiamente antes de la instalación de la ventana. El marco de la ventana debe estar propiamente nivelado y plomado una vez instalado.
MANUAL DE USO Y RECOMENDACIONES DE PUERTAS CONTRAPLACADAS ENCHAPADAS Y ACCESORIOS -.Dimfer	Instalación de puertas	1. Recomendaciones de uso y mantenimiento de puertas.	Las puertas para ser instaladas, no deben presentar los siguientes defectos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes o roces en el material de la puerta.</li> <li>• Si es de madera, presentar exposición al agua o humedad.</li> <li>• Sistemas de cerradura forzados.</li> <li>• Puertas con evidencia de esfuerzos de compresión, pandeo o flexión</li> </ul>
Medida de la apariencia -Cálamo	Instalación de muebles	3.1.3. Recepción, transporte, almacenamiento.	Los muebles deben ser inspeccionados para ubicar la siguiente serie de defectos y si es tolerable la presencia de ellos: <p>Alabeos: Deformación de piezas por la curvatura en cualquier eje de estas. Aceptable según su condición y ubicación</p> <p>Albura: Es la parte de una pieza de madera hecha de la capa posterior a la corteza, revisar por presencia de hongos.</p> <p>Daños en aristas, no es aceptable en ninguna condición.</p> <p>Madera desprendida, no es permitido.</p> <p>Grietas o rajaduras, es permisible si el ancho de la fisura es menor a 2mm.</p>

Fuente consultada	Elemento o proceso constructivo	Sección consultada	Parámetro
Instalación en sala de baño: Inodoro y lavamanos - Sodimac	Instalación de loza sanitaria	---	Para la instalación de inodoros y lavamanos, la superficie donde se ubicará debe estar nivelada para estabilidad de ambos elementos.  Para el sellado del inodoro y el lavamanos se debe utilizar un sellador de silicona.
Técnicas y consejos útiles en instalación de grifería - Sodimac	Instalación de grifería	----	Todo accesorio o elemento de grifería deberá ser instalado usando todos los componentes que venían con el kit, para asegurar su buen funcionamiento.  Componentes que tengan que ser enroscados, no pueden ser forzados para evitar daños.  Los sellos deben estar instalados de manera que se eviten filtraciones.
¿Cómo pintar tu casa como un profesional? - Prisa	Pintura	-----	Las superficies deben estar libres de suciedad, antes de iniciar la pintura, también todo borde entre las superficies a pintar y los elementos que no van pintados deben usar una cinta para evitar propagar pintura.

Fuente. Fundación Carlos Slim 2018, Aceros Arequipa 2010, Acevedo et al. 2023, Cavieres s.f., Desarrollos Técnicos S.A. s.f., Dimfer s.f., Mapei 2022, Multiquip s.f., Norton 2023, Plycem s.f., Prisa s.f., Sodimac 2020, Sodimac Constructor 2021, Sodimac Constructor 2024a, Sodimac Constructor 2024b, Soudal España 2022 Stabilit s.f., Ternium s.f.

Con los parámetros recopilados anteriormente, se procede a generar la propuesta de la guía, asignando cada parámetro a sus procesos y etapas correspondientes. También se plantea el formato deseado para su futuro uso.

### 3.2.5 Propuesta de guía para control de calidad

Con los parámetros de calidad identificados, se procederá con el diseño de la propuesta para la guía de control de calidad. El diseño general será un listado con apartados tipo checklist en función a las condiciones dadas para cada proceso, el encargado de realizar la revisión podrá marcar si el proceso cumple con los requisitos de calidad. El checklist tendrá 3 opciones para marcar en cada caso: “aceptado”, “rechazado”, “sin

revisar”. También se propone un apartado para cometarios y observaciones para dar justificación a la casilla seleccionada previamente. Entonces, para cada etapa se generará uno de estos cuadros, separando cada proceso involucrado con sus criterios de aceptación correspondientes. A continuación, se muestra un ejemplo del formato visto en el **Cuadro 15**.

**Cuadro 15.** Ejemplo del formato de un cuadro de revisión tipo checklist.

Cuadro de revisión de etapas constructivas					
Etapa:	Revestimiento	Fecha de revisión		Nombre del encargado	
Proceso:	Criterio(s) para aceptación de proceso	Condición del proceso			
		Aceptado	Rechazado	Sin revisar	
Revestimiento general	1. La superficie donde se aplicará el revestimiento debe estar libre de contaminantes y desechos.				
	2. Las superficies donde se aplique revestimiento deben estar ligeramente húmedas para la adherencia del producto.				
	3. El acabado del revestimiento debe dejar una superficie lisa, sin la presencia de grumos, fisuras o desprendimientos.				
Observaciones:					

Adicional a los cuadros de revisión de cada etapa, se decidió crear un segundo grupo de cuadros checklist para la revisión de procesos o elementos recurrentes en 2 o más etapas del proyecto. A este grupo se le denominó como “fichas” y contemplan los siguientes elementos: Compactaciones, instalaciones electromecánicas, encofrados, acero de refuerzo, concretos, paredes, estructuras metálicas, placas corridas, vigas corona, columnas y vigas.

El formato de estas fichas es igual al de los cuadros de etapas, cada elemento contará con apartados donde se mencionarán varios criterios de calidad obtenidos de la revisión de la documentación nacional e internacional. La única excepción es que no contarán con apartados para hacer observaciones, ya que cualquier comentario de las fichas puede ser mencionada en el cuadro de observaciones para mayor facilidad.

Entonces, en cada cuadro de revisión puede que aparezca un apartado dentro de un proceso que indique, como requisito de aprobación, la evaluación y comprobación de que ese apartado cumple con los requisitos de esta ficha. Dependiendo de cada etapa, aparecerán varias de estas fichas, para ser evaluadas desde cero, contemplando el proceso respectivo por el cual fueron referenciadas. A continuación, se presenta un ejemplo de estas fichas usando el **Cuadro 16**:

**Cuadro 16.** Ejemplo del formato para fichas técnicas.

Fichas de criterios generales				
Elemento o proceso constructivo:	Criterio(s) para aceptación de proceso	Condición del proceso		
		Aceptado	Rechazado	Sin revisar
compactaciones.	Tanto el lastre como el suelo base deben ser compactados hasta llegar como mínimo al 95% de la densidad determinada con el ensayo de Proctor Modificado, los resultados de aceptación no pueden tener una desviación estándar mayor 0.6			
Instalaciones electromecánicas.	1. La tubería potable general utilizará tubos de 18mm SDR 13.5, para previstas se utilizará 12mm SDR 13.5. Para la tubería sanitaria se usará PVC SDR 41 de manera general.			
	2. La tubería para las instalaciones eléctricas usará de manera general tubo Conduit 13mm.			
	3. Sin importar el tipo o propósito de la tubería, los elementos deben ser revisados para comprobar que los tubos cumplen con los requisitos técnicos, como diámetro, y tipo de material. Además, elementos que presenten imperfecciones o daños como fisuras, dobleces o deformaciones serán descartados, esto incluye accesorios para estas tuberías como los codos y uniones.			

El último elemento para completar la propuesta de la herramienta es el cuadro 9 de la sección 3.2.1. Este cuadro funcionará como un resumen de las especificaciones de los documentos de la obra. Entonces, si los usuarios de la guía ocupan verificar medidas o requisitos planteados en planos y demás documentación, podrán accederlo de manera resumida dentro de la misma. Este cuadro será meramente informativo y no tendrá secciones adicionales de checklist u observaciones.

Una vez elaborada, se presentó ante los profesionales de la empresa, los cuales dieron su aprobación para iniciar el mejoramiento del formato y empezar con las pruebas en campo. En el **Apéndice 5** se adjuntan todas las secciones de la propuesta de guía de control de calidad.

## **3.3 Sistema para el uso de la guía para control de calidad propuesta**

Con la propuesta de la guía de control de calidad aceptada por parte de la empresa, obtenemos la metodología de cómo revisar los procesos de la obra. No obstante, para tener un producto más atractivo y dinámico para los usuarios, se decidió crear una aplicación móvil que integrara la guía, evitando de esta manera depender de las tablas originales en el programa Excel. Toda la información que aparecerá en la aplicación será una copia textual de las tablas de la propuesta que se observan en el **Apéndice 5**. A continuación, se presentan los elementos usados para la creación de la guía y su formato.

### **3.3.1 Programa y lenguaje de programación para la creación de la aplicación**

Para la creación de la guía se hizo uso de la herramienta Android Studios la cual se puede identificar por su logo en la **Figura 39**. Se describe como un Entorno de Desarrollo Integrado (abreviado IDE en inglés) usada para la creación de aplicaciones para dispositivos que usen sistema Android. Algunas características y ventajas de este programa incluyen lo siguiente (Android Developers, s.f.):

- Contiene un emulador rápido con cargado de funciones, con lo cual se puede probar los programas en varias formas de hardware y versiones de dispositivos Android y así verificar que sea función en cualquiera de estos dispositivos.
- Permite integrar plantillas de códigos muestra para ayudar a generar funciones comunes en el programa.
- Es compatible con varios lenguajes de programación como C++, NDK y Kotlin.
- Posee compatibilidad con sistemas de nubes como Google Cloud Form, permitiendo acceso a herramientas o el almacenamiento en línea.

**Figura 39.** Logo del programa Android Studios



Fuente. Android Developers, s.f.

De los lenguajes mencionados, el que se utilizó para crear el código de la aplicación fue Kotlin (su logo se puede observar en la **Figura 40**). Según Canorea (s.f.) este es un lenguaje de tipo estático que puede desarrollarse sobre otros lenguajes como JavaScript. Kotlin también posee una serie de características o ventajas, como su curva de aprendizaje sencilla gracias a una sintaxis simple, un menor tiempo de programación al eliminar redundancias en códigos, y mayor flexibilidad para trabajar al no poseer las restricciones de otros lenguajes como Java.

**Figura 40.** Logo del lenguaje de programación Kotlin.



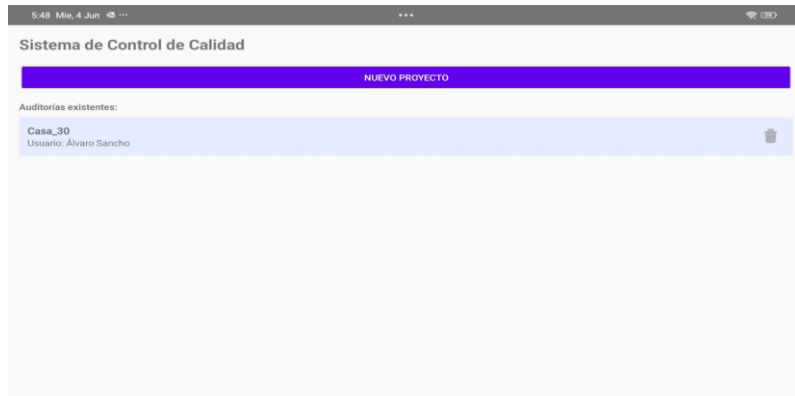
Fuente. Canorea, s.f.

Con las herramientas utilizadas para crear la guía, se continua con la descripción de cómo funcionará esta aplicación, y de su alcance para el control de calidad de la obra.

### **3.3.2 Funcionamiento de la aplicación Control DS**

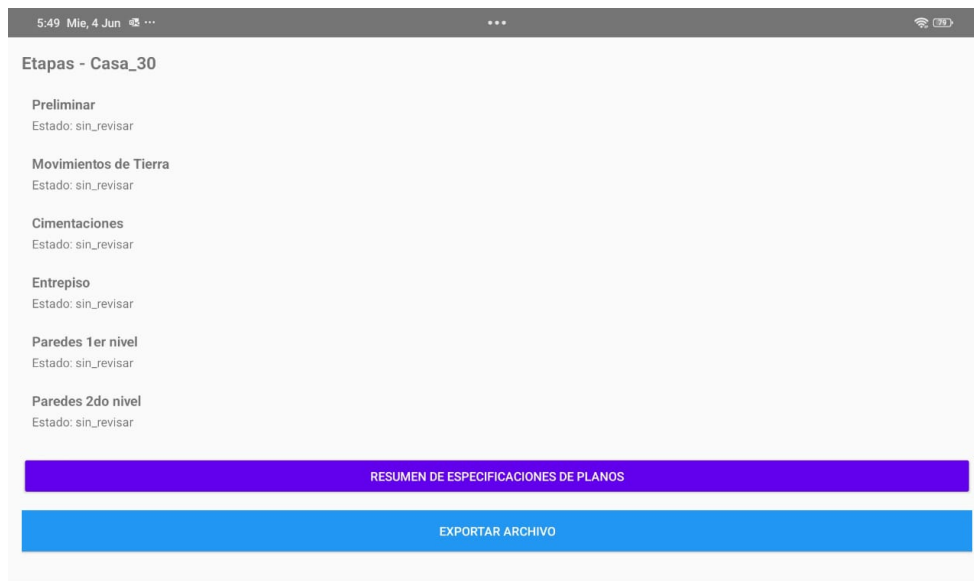
Una vez descargada la aplicación nombrada “Control DS” en honor a su función y a las iniciales de la empresa Desarrollos Técnicos S.A., se ingresa al menú inicial donde los usuarios podrán crear y editar los archivos que se necesiten para la revisión de las viviendas (**Figura 41**). A la hora de crear un nuevo archivo se solicitará únicamente el nombre del usuario y del archivo que se va a crear, donde se recomienda que sea utilizando el número de lote de la vivienda.

**Figura 41.** Menú inicial de la aplicación Control DS.

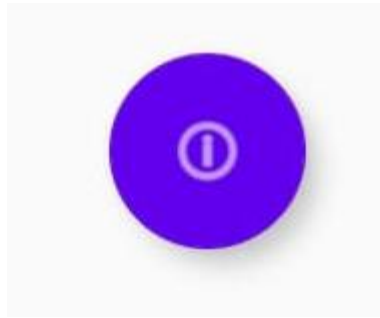


Al acceder a uno de los archivos, se despliega un menú que contiene cada una de las etapas como fueron descritas en la propuesta de la herramienta, con un indicador del estado actual de la revisión en cada etapa (**Figura 42**). Adicionalmente, esta sección cuenta con una opción para desplegar una ventana que contiene el resumen de las especificaciones de planos, el cual está detallado de la misma manera que el resumen original de la propuesta (**Figura 44**). Cabe mencionar que en las ventanas de revisión de las etapas también se puede consultar el mismo documento, si se requiere, presionando el ícono circular que se ubica en la esquina inferior derecha y que se evidencia en la **Figura 43**.

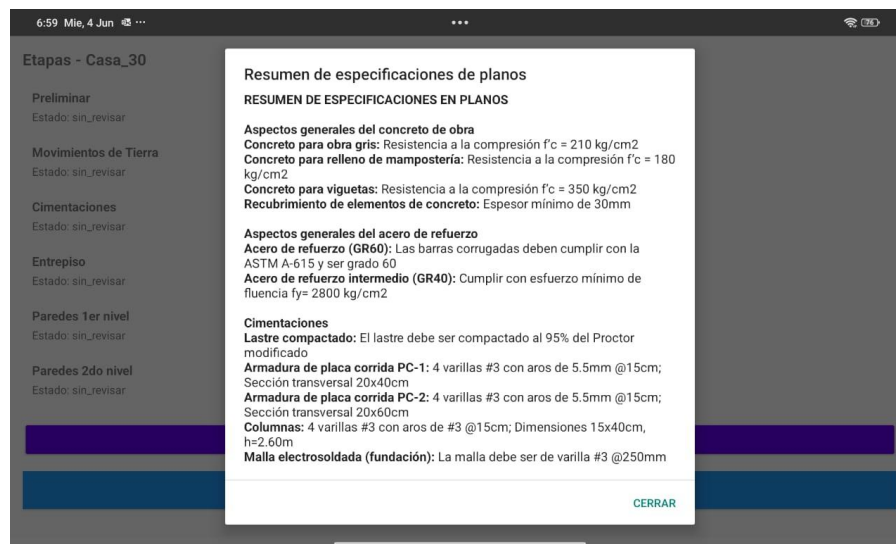
**Figura 42.** Menú de etapas de la aplicación control DS.



**Figura 43.** Botón de acceso al resumen de especificaciones de planos.



**Figura 44.** Ventana del resumen de especificaciones en planos.



Ahora, cuando se ingresa en una de las etapas se desplegará una página de revisión con los parámetros de aceptación determinados previamente. El formato de estas páginas respeta lo planteado por la propuesta inicial, conteniendo las columnas de los procesos correspondientes a la etapa, los criterios de calidad de los procesos y la sección de selección múltiple, donde se aprueba o rechaza el proceso con base en el criterio. También se cuenta con la sección de observaciones que los usuarios pueden utilizar para comentar las razones del porqué los procesos se aceptaron o rechazaron (**Figura 45**). Por último, si un proceso requiere llamar una de las fichas propuestas en la herramienta, estas se podrán acceder por medio de un enlace que aparecerá en el apartado que la menciona, desplegando otra ventana de revisión para la ficha (como se observa en la **Figura 46**).

**Figura 45. Ventana de criterios de aceptación de las etapas.**

8:54 Vie, 6 Jun ...

**Cuadro de revisión de etapas constructivas**

**Etapas:** Movimientos de Tierra **Fecha revisión:** 04/06/2025 **Encargado:** Álvaro Sancho **Estado:** RECHAZADO

Proceso	Criterio(s)	Estado
Nivelación y compactación del terreno	*El terreno debe estar limpio de material orgánico y desechos antes de comenzar la nivelación.	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input checked="" type="radio"/> Sin revisar
	*El Nivelado fue realizado acuerdo a lo solicitado en planos con respecto a pendientes y niveles requeridos.	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input checked="" type="radio"/> Sin revisar
	*El terreno fue alineado a lo requerido en el trazo.	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input checked="" type="radio"/> Sin revisar
	*El proceso de compactación cumple con los requisitos de la ficha de compactaciones. <a href="#">Abrir ficha</a>	<input type="radio"/> Aprobado <input checked="" type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar

Observaciones:  
Ingrese observaciones aquí

Proceso	Criterio(s)	Estado
Zanjeos	*Las zanjas no pueden ser utilizadas si el suelo contiene exceso de material orgánico, desechos o material de relleno no apropiado.	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input checked="" type="radio"/> Sin revisar
	*Las dimensiones de la zanja cumplen con las dimensiones requeridas en planos, respetando el rango de profundidad aceptable de 0.8m a 1.5m.	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input checked="" type="radio"/> Sin revisar
	*El Nivelado fue realizado acuerdo a lo solicitado en planos con respecto a pendientes y niveles requeridos.	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input checked="" type="radio"/> Sin revisar
	*Las zanjas fueron alineadas a lo requerido en el trazo.	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input checked="" type="radio"/> Sin revisar

**GUARDAR Y SALIR**

Ingrese observaciones aquí

**Figura 46. Ventana de ficha de las instalaciones electromecánicas.**

6:25 Mie, 4 Jun ...

**Instalaciones electromecánicas**

La tubería potable general utilizará tubos de 18mm SDR 13.5, para previstas se utilizará 12mm. Para la tubería sanitaria se usará PVC SDR 41 de manera general.

Aprobado  Rechazado  Sin revisar

La tubería para las instalaciones eléctricas usará de manera general tubo Conduit 13mm.

Aprobado  Rechazado  Sin revisar

Sin importar el tipo o propósito de la tubería, los elementos deben ser revisados para comprobar que los tubos cumplen con los requisitos técnicos, como diámetro y tipo de material. Además, elementos que presenten imperfecciones o daños como fisuras, dobleces o deformaciones serán descartados, esto incluye accesorios para estas tuberías como los codos y uniones.

Aprobado  Rechazado  Sin revisar

**GUARDAR Y REGRESAR**

Esta aplicación tiene una serie de condiciones con respecto al uso del apartado de aprobación de los procesos, destinado a evitar errores o incongruencias en el proceso de revisión. El primero es que en el encabezado de cada página de las etapas aparece un indicador de estado con las palabras “APROBADO”, “RECHAZADO” o “SIN REVISAR.” El estado aparecerá como aprobado solo si todas las burbujas de la ventana están marcadas con ese estado. En caso de que una burbuja quede marcada en sin revisar, el indicador marca este mismo estado en el encabezado. Por último, si hay, aunque sea una burbuja marcada como rechazada, el indicador dirá lo mismo con el propósito de indicarle al usuario que hubo uno o más procesos en esa etapa que no han sido revisados o más bien fueron rechazados. Un ejemplo de esta dinámica se observa en la **Figura 47**.

**Figura 47.** Ejemplo de un estado de “Rechazado” debido al incumplimiento con un criterio.

8:59 Vie, 6 Jun ...

Cuadro de revisión de etapas constructivas

Etapa: Preliminar Fecha revisión: 04/06/2025 Encargado: Álvaro Sancho Estado: RECHAZADO

Proceso	Criterio(s)	Estado
Trazo	*Las dimensiones del trazo fueron realizadas acuerdo a lo solicitado en planos.	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
	*Las hiladas del trazo que formen un ángulo perpendicular al anclaje y/u otras hiladas de trazo deben de ser verificadas con escuadra.	<input type="radio"/> Aprobado <input checked="" type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
	*El trazo se encuentra alineado a la hilada o puntos de referencia.	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar

Observaciones:  
mala compactación

GUARDAR Y SALIR

En el caso de que un proceso llame o requiera de la revisión de una ficha específica, el apartado de selección no podrá ser manipulado a menos que la ventana de la ficha sea utilizada. Entonces, para que ese criterio aparezca como aprobado, todas las burbujas de esa ficha deberán estar marcadas de la misma manera, y al igual que en la ventana general, con que una opción está marcada como “sin revisar” o “rechazada”, el criterio aparecerá de la misma forma. Esto le recordará al usuario de si la revisión de la ficha está correcta o si se requiere un repaso de esta antes de proceder.

Por último, cuando un usuario requiera enviar los resultados hasta el momento del proceso de revisión, esto se podrá hacer por medio de la opción “Exporta Archivo” ubicada en el menú de etapas. Al darle a esta opción se nos desplegará un informe que contendrá un listado de cada una de las etapas, y en cada etapa se desplegarán los procesos indicando su estado junto a las observaciones que se realizaron a dichos procesos (Figura 48). Esto le permitirá tanto al usuario como a la persona interesada en el informe revisar qué procesos se han aceptado o no, junto a la justificación dada en la observación. Este informe puede ser guardado en el dispositivo usado o enviado por correo como un archivo “.txt” como se observa en la Figura 49.

**Figura 48.** Informe de la revisión de la obra generado por la aplicación Control DS.



**Figura 49.** Informe de la revisión de la obra generado por la aplicación Control DS en formato .txt.

```

Usuario: Álvaro Sancho
Auditoria: null
Fecha: 06/06/2025

Procesos:
Etapas: Preliminar
Trazo [Estado: RECHAZADO]
Observaciones: mala compactación

Etapas: Movimientos de Tierra
Nivelación y compactación del terreno [Estado: RECHAZADO]
Observaciones: -

Zanjeos [Estado: SIN_REVISAR]
Observaciones: -

Instalación de sistema mecánico sanitario [Estado: SIN_REVISAR]
Observaciones: -

Etapas: Cimentaciones
Formaleta de losa [Estado: RECHAZADO]
Observaciones: ficha incompleta

Relleno de lastre compactado [Estado: SIN_REVISAR]
Observaciones: -

Armadura de placas [Estado: SIN_REVISAR]
Observaciones: -

Instalación de armadura de columnas [Estado: SIN_REVISAR]
Observaciones: -

Malla electrosoldada [Estado: SIN_REVISAR]
Observaciones: -

Colado de losa [Estado: SIN_REVISAR]
Observaciones: -

Etapas: Entrepiso
Instalación de cargadores [Estado: SIN_REVISAR]
Observaciones: -

Confeción e instalación de armadura de vigas de entrepiso [Estado: SIN_REVISAR]
Observaciones: -
  
```

Cabe recordar que esta aplicación al ser creada en un programa para sistemas Android, solo se podrá acceder a ella en dispositivos móviles que tenga dicho sistema operativo. De igual manera, el acceso a esta aplicación permite la revisión de las obras de una manera más ágil y atractiva, pero aún es necesario validar que su contenido abarca todo lo necesario para una correcta revisión de las obras. A continuación, se presentan los resultados de un proceso de aplicación en campo de esta herramienta.

### 3.4 Aplicación de la guía en campo

Con la guía lista para ser usada en campo, se procedió con la evaluación de ésta por medio de su uso en la revisión de diversas viviendas en construcción dentro del condominio Río Plata. Cada obra revisada se encontraba en una etapa constructiva diferente, con lo cual se podían implementar y evaluar diferentes secciones de la guía. Durante el proceso también se obtuvo la retroalimentación de los profesionales a cargo del proyecto con respecto a su satisfacción con la herramienta. Otra ventaja es que también se pueden tomar los resultados de la aplicación para ir observando el desempeño de las obras con respecto a su calidad. A continuación, se observan los resultados.

#### 3.4.1 Selección e inspección de viviendas

Para la revisión de la aplicación era necesario cubrir varias secciones, con el objetivo de generar un buen punto de referencia de su efectividad. Para esto se revisaron todas las viviendas en construcción, determinando cuáles eran las más aptas para usar como sujetos de prueba, con base en la etapa en que se encontraban, y el avance real. Después se determinó qué profesional estaría involucrado con la revisión de cada vivienda para obtener sus opiniones después del proceso. En el **Cuadro 17** se observan las viviendas seleccionadas.

**Cuadro 17.** Listado de viviendas utilizadas para la evaluación de la aplicación.

Número de casa	Etapas al momento de la evaluación	Profesional con el que se realizó la evaluación
3	Cimentaciones	Karol Pereira - Ingeniera Residente
27	Paredes 1er nivel	Karol Pereira - Ingeniera Residente
55	Acabados	Numan Bermúdez - Maestro de obras

Con las viviendas definidas, se procedió a la revisión de cada una de estas para probar la efectividad de la aplicación y a la vez verificar que estas viviendas han cumplido con los parámetros de calidad requeridos en las etapas en que se encuentran.

### 3.4.1.1 Revisión de la vivienda 3

La vivienda 3 se encontraba en la etapa de cimentaciones cuando se comenzó la revisión usando la aplicación Control DS con la ayuda de la ingeniera residente (**Figura 50**). Utilizando la herramienta se logró inspeccionar gran parte de la etapa a excepción de los procesos del relleno de lastre que ya había finalizado y del colado de la losa que aún no se realizaba al momento de la revisión. Por lo tanto, los procesos que se revisaron fueron las armaduras (**Figura 52** y **Figura 53**), malla electrosoldada y formaleta (ver **Figura 51**). A continuación, se observan imágenes de varios procesos de revisión.

*Figura 50. Vista general de la obra de la vivienda 3.*



*Figura 51. Revisión de la formaleta de las cimentaciones de la vivienda 3.*



**Figura 52.** Revisión de armadura de placa corrida de la vivienda 3.



**Figura 53.** Ingeniera residente participando en la revisión de la armadura de la cimentación de la vivienda 3..



Durante esta revisión se fue completando la sección de la aplicación correspondiente a esta etapa. A continuación, en **Figura 54** y **Figura 55**, se observan las anotaciones realizadas en la herramienta por la ingeniera residente con respecto a la calidad de los procesos realizados. Se debe mencionar que, para este caso, como no se pudo revisar el apartado del lastre compactado, este se asume como “aprobado” en la herramienta para continuar con la revisión.

**Figura 54. Proceso de revisión de la vivienda 3 usando la aplicación.**

Proceso	Criterio(s)	Estado
Formaleta de losa	*La formaleta cumple con lo requerido en la ficha de encofrados.. <a href="#">Abrir ficha</a>	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
Observaciones: El encofrado cumple con los requisitos indicados.		
Proceso	Criterio(s)	Estado
Relleno de lastre compactado	*La compactación del lastre cumple con los requisitos de la ficha de compactaciones.. <a href="#">Abrir ficha</a>	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
Observaciones: sin observaciones		
Proceso	Criterio(s)	Estado
Armadura de placas	*Las dimensiones, ubicación y número de varilla cumplen con lo requerido en planos.	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
	*La armadura cumple con los requisitos de la ficha de acero de refuerzo.. <a href="#">Abrir ficha</a>	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
	*Las placas cumplen con los requisitos de la ficha de placas corridas.. <a href="#">Abrir ficha</a>	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
Observaciones: La armadura de las placas cumplen con los requisitos. Se procede a revisar la malla electrosoldada		
Proceso	Criterio(s)	Estado

**Figura 55. Proceso de revisión de la vivienda 3 usando la aplicación.**

3:35 Jue, 5 Jun G ...

La armadura de las placas cumplen con los requisitos. Se procede a revisar la malla electrosoldada

Proceso	Criterio(s)	Estado
Instalación de armadura de columnas	*Las dimensiones, ubicación y número de varilla cumplen con lo requerido en planos.	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
	*La armadura de la columna no presenta desplome.	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
	*La armadura cumple con los requisitos de la ficha de acero de refuerzo.. <a href="#">Abrir ficha</a>	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
	*La armadura cumple con los requisitos de la ficha de columnas.. <a href="#">Abrir ficha</a>	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
Observaciones: La armaduras cumplen con lo requerido. Se puede proceder con el encofrado cuando sea requerido.		
Proceso	Criterio(s)	Estado
Malla electrosoldada	*Las dimensiones, ubicación y número de varilla cumplen con lo requerido en planos. *La armadura cumple con los requisitos de la ficha de acero de refuerzo.. <a href="#">Abrir ficha</a>	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar <input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
Observaciones: La malla cumple con lo requerido. Se puede proceder con el colado de la losa.		
Proceso	Criterio(s)	Estado
Colado de losa	*El concreto de la losa cumple con los requisitos de la ficha de concretos.. <a href="#">Abrir ficha</a>	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input checked="" type="radio"/> Sin revisar
Observaciones: El colado no se ha realizado aún. Estar pendiente a la fecha programada		

**Figura 56.** Informe de la revisión de la vivienda 3 usando la aplicación.

**Etapa: Cimentaciones**

**Formaleta de losa - Estado: APROBADO**  
Observaciones: El encofrado cumple con los requisitos indicados.

**Relleno de lastre compactado - Estado: APROBADO**  
Observaciones: sin observaciones

**Armadura de placas - Estado: APROBADO**  
Observaciones: La armadura de las placas cumplen con los requisitos. Se procede a revisar la malla electrosoldada

**Instalación de armadura de columnas - Estado: APROBADO**  
Observaciones: La armaduras cumplen con lo requerido. Se puede proceder con el encofrado cuando sea requerido.

**Malla electrosoldada - Estado: APROBADO**  
Observaciones: La malla cumple con lo requerido. Se puede proceder con el colado de la losa.

**Colado de losa - Estado: SIN\_REVISAR**  
Observaciones: El colado no se ha realizado aún. Estar pendiente a la fecha programada

Si observamos la **figura 56**, podemos ver que la todos los procesos fueron aceptados gracias a que no se encontró ningún elemento que incumplieran con los estándares de calidad mencionados en la aplicación. El único que no pudo ser evaluado fue el colado, ya que aún no se había programado la fecha para realizar esta actividad.

### 3.4.1.2 Revisión de la vivienda 27

La vivienda 27 se encontraba finalizando la etapa del levantamiento de las paredes del primer nivel cuando se comenzó la revisión usando la aplicación con ayuda de la ingeniera residente (**Figura 57**). Utilizando la herramienta y la ayuda de la ingeniería residente se logró revisar todos los procesos de la etapa de paredes de esta vivienda. Entre los aspectos revisados está la alineación de las paredes (**Figura 58**), el relleno de las celdas de los bloques (**Figura 60**) y el plomado (**Figura 61**). Esta revisión fue vital debido a que ya la obra iba a avanzar a la etapa de entrepiso. A continuación, se observan imágenes del proceso de revisión.

**Figura 57.** Vista general de la obra de la vivienda 27.



**Figura 58.** Revisión de la alineación de la pared de la vivienda 27.



**Figura 59.** Revisión del relleno entre bloques de la pared de la vivienda 27.



**Figura 60.** Revisión del relleno de celdas de los bloques de la pared de la vivienda 27.



**Figura 61.** revisión del plomado de la pared de la vivienda 27.



Nuevamente, en esta revisión se fue completando la sección de la aplicación correspondiente a esta etapa con la ayuda de la ingeniera residente. El levantamiento de las paredes es un proceso lineal que permite observarse fácilmente e identificar los incumplimientos a los estándares de calidad, en la **Figura 62** y **Figura 63**, se presentan los resultados de la revisión con la aplicación.

**Figura 62.** Proceso de revisión de la vivienda 27 usando la aplicación.

Proceso	Criterio(s)	Estado
Trazo de paredes	*El trazo ubica la altura (2.6m) y distribución de las paredes requerida por los planos. *Se verifica la escuadra de las esquinas del trazo.	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar <input type="radio"/> Aprobado <input checked="" type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
Observaciones: Las escuadras están bien, pero se observan extremos o partes de bloques saliendo del trazo de la pared. Se deberá recortar esas protuberancias		
Proceso	Criterio(s)	Estado
Pega de bloque de pared	*Las paredes cumplen con lo requerido de la ficha de paredes.. <a href="#">Abrir ficha</a>	<input type="radio"/> Aprobado <input checked="" type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
Observaciones: Las paredes tienen inconsistencias con el mortero de pega, se debe rellenar correctamente		
Proceso	Criterio(s)	Estado
Instalación eléctrica en paredes	*Todas las previstas eléctricas son ubicadas según lo requerido en planos. *Las instalaciones cumplen con los requisitos de la ficha de instalaciones electromecánicas.. <a href="#">Abrir ficha</a>	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar <input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
Observaciones: Todas las previstas se encuentran ubicadas correctamente. No hace falta tubería ni cableado		
Proceso	Criterio(s)	Estado

**Figura 63. Proceso de revisión de la vivienda 27 usando la aplicación.**

3:41 Jue, 5 Jun ...

paredes.. [Abrir ficha](#)

Observaciones:  
Las paredes tienen inconsistencias con el mortero de pega, se debe rellenar correctamente

Proceso	Criterio(s)	Estado
Instalación eléctrica en paredes	*Todas las previstas eléctricas son ubicadas según lo requerido en planos. *Las instalaciones cumplen con los requisitos de la ficha de instalaciones electromecánicas.. <a href="#">Abrir ficha</a>	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
		<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar

Observaciones:  
Todas las previstas se encuentran ubicadas correctamente. No hace falta tubería ni cableado

Proceso	Criterio(s)	Estado
Instalación mecánica en paredes	*Todas las previstas mecánicas son ubicadas según lo requerido en planos. *Las instalaciones cumplen con los requisitos de la ficha de instalaciones electromecánicas.. <a href="#">Abrir ficha</a>	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
		<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar

Observaciones:  
Las previstas para agua potable y agua negra están presentes y ubicadas dónde se requieren.

Proceso	Criterio(s)	Estado
Colado de columnas	*El concreto de la columna cumple con los requisitos de la ficha de concretos.. <a href="#">Abrir ficha</a> *Las dimensiones cumplen con la ficha de columnas.. <a href="#">Abrir ficha</a>	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
		<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar

Observaciones:  
Las columnas se colaron apropiadamente.

**Figura 64. Proceso de revisión de la vivienda 27 usando la aplicación.**

**Etapa: Paredes 1er nivel**

**Trazo de paredes - Estado: RECHAZADO**  
Observaciones: Las escuadras están bien, pero se observan extremos o partes de bloques saliendo del trazo de la pared. Se deberá recortar esas protuberancias

**Pega de bloque de pared - Estado: RECHAZADO**  
Observaciones: Las paredes tienen inconsistencias con el mortero de pega, se debe rellenar correctamente

**Instalación eléctrica en paredes - Estado: APROBADO**  
Observaciones: Todas las previstas se encuentran ubicadas correctamente. No hace falta tubería ni cableado

**Instalación mecánica en paredes - Estado: APROBADO**  
Observaciones: Las previstas para agua potable y agua negra están presentes y ubicadas dónde se requieren.

**Colado de columnas - Estado: APROBADO**  
Observaciones: Las columnas se colaron apropiadamente.

Como se observa en las **Figura 64**, varios de los procesos fueron rechazados para la etapa de paredes del primer nivel. Esto debido principalmente a inconsistencias con el mortero usado para pegar los bloques y también con bloques mal instalados, lo cual se puede observar en las **figuras 58 y 59**. Debido a esto se toma que el estado de esta etapa se clasifica como “rechazado”. Quedará a criterio de los profesionales a cargo comenzar a evaluar cómo y cuándo se harán los procesos correctivos.

### 3.4.1.3 Revisión de la vivienda 55

Como se observa en la **Figura 65**, la vivienda 55 se encontraba a mediados de la etapa final de acabados cuando se realizaron las mediciones con ayuda del maestro de obras. Por esta razón se seleccionó, este caso para medir la capacidad de la aplicación para registrar etapas críticas. No obstante, el proceso de acabados aún estaba incompleto, por lo cual no todos los elementos pudieron ser evaluados al momento. Además, la etapa ya tenía un avance considerable cuando se comenzó con la revisión usando la aplicación. Dado esto, los procesos que se revisaron fueron el enchape (Figura 66), ventanas (Figura 67) y muebles (Figura 68). A continuación, se observan algunos de los procesos revisados.

*Figura 65. Vista general de la obra de la vivienda 55.*



*Figura 66. Revisión del enchape de pisos de la vivienda 55.*



**Figura 67.** Revisión de las ventanas de la vivienda 55.



**Figura 68.** Revisión de los muebles de la vivienda 55.



Por último, de la **Figura 69** a la **Figura 73**, se presentan los resultados del cumplimiento de la calidad de esta etapa con base en lo solicitado en la aplicación y los procesos que pudieron ser revisados hasta el momento. Al igual que en el caso de la vivienda 03, los procesos que habían ocurrido previo a la revisión con la aplicación se consideraron como “aprobados” para continuar con la revisión.

Figura 69. Proceso de revisión de la vivienda 55 usando la aplicación.

Proceso	Criterio(s)	Estado
Empastado de cielos y paredes	*La superficie debe estar libre de suciedad antes de aplicar la pasta.	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
	*El proceso de lijado solo puede comenzar en superficies donde el empastado seco por completo.	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
	*Las superficies propiamente lijadas deben tener un aspecto liso y sin presencia de grumos, desprendimientos o fisuras.	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
Observaciones: El empastado se aplicó correctamente		
Proceso	Criterio(s)	Estado
Repello de pisos	*La superficie donde se aplicará el repello debe estar libre de contaminantes y desechos.	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
	*Las superficies donde se aplique repello deben de estar ligeramente húmedas para la adherencia del repello.	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
	*El acabado del repello debe dejar una superficie lisa, sin la presencia de grumos, fisuras o desprendimientos.	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
Observaciones: El repello está listo para pegar pisos.		
Proceso	Criterio(s)	Estado
Enchape (pisos, baños y escaleras)	*La superficie donde se colocará la cerámica debe estar nivelada y limpia para comenzar con el proceso	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar

Figura 70. Proceso de revisión de la vivienda 55 usando la aplicación.

3:47 Jue, 5 Jun
📶

Proceso	Criterio(s)	Estado
Enchape (pisos, baños y escaleras)	*La superficie donde se colocará la cerámica debe estar nivelada y limpia para comenzar con el proceso de enchape.	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
	*Las piezas instaladas deben Cumplir con los requisitos estéticos de la vivienda. También deben estar libres de defectos como fisuras, desprendimientos o cambios en el aspecto.	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
Observaciones: Todo el enchape listo		
Proceso	Criterio(s)	Estado
Instalación de puertas	*Los buques de puerta deben cumplir con las dimensiones requeridas en planos, siempre que se respete las dimensiones mínimas de la normativa que serian una altura mínima de puertas debe ser 2.10m, con un ancho mínimo de 0.9m para zonas habitables o 0.8m para no habitables.	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input checked="" type="radio"/> Sin revisar
	*Las puertas para instalar deben de usarse sin presentar los siguientes defectos: • Golpes o roces en el material de la puerta. • Si es de madera, presentar exposición al agua o humedad. • Sistemas de cerradura forzados. • Puertas con evidencia de esfuerzos de compresión, pandeo o flexión	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input checked="" type="radio"/> Sin revisar
Observaciones: Las puertas no han llegado.		

Figura 71. Proceso de revisión de la vivienda 55 usando la aplicación.

3:49 Jue, 5 Jun ...

Proceso	Criterio(s)	Estado
Instalación de ventanas	*Los buques de las ventanas deben de cumplir con las dimensiones requeridas, al igual que garantizar una escuadra en las esquinas, un correcto nivelado y buen plomado.	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
	*El marco de la ventana debe estar propiamente nivelado y plomado una vez instalado.	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
	*El diseño de la ventana debe cumplir con los requisitos del propietario, evitando defectos como fisuras y deformaciones en la ventana.	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar

Observaciones:  
Las ventanas están instaladas correctamente.

Proceso	Criterio(s)	Estado
Instalación de muebles fijos	*Los muebles deben cumplir con los requisitos estéticos de la vivienda	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
	*Los muebles deben de ser inspeccionados para ubicar la siguiente serie de defectos y si es tolerable la presencia de ellos:	<input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input type="radio"/> Sin revisar
	a. Alabeos: Deformación de piezas por la curvatura en cualquier eje de estas. Aceptable según su condición y ubicación	
	b. Albura: Es la parte de una pieza de madera hecha de la capa posterior a la corteza, revisar por presencia de hongos.	
	c. Daños en aristas, no es aceptable en ninguna condición.	

Figura 72. Proceso de revisión de la vivienda 55 usando la aplicación.

3:49 Jue, 5 Jun ...

d. Madera desquebrajada, no es permitido.  
e. Grietas o rajaduras, es permisible si el ancho de la fisura es menor a 2mm.

Observaciones:  
Los muebles están instalados.

Proceso	Criterio(s)	Estado
Instalación de acabados eléctricos	*Los acabados eléctricos deben satisfacer las necesidades arquitectónicas de la vivienda.	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input checked="" type="radio"/> Sin revisar
	*Los acabados deben de estar libres de daños, erros de funcionamiento o deterioro general.	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input checked="" type="radio"/> Sin revisar

Observaciones:  
no han llegado los accesorios.

Proceso	Criterio(s)	Estado
Instalación de losa sanitaria y grifería	*Para la instalación de inodoros y lavamanos, la superficie donde se ubicará debe estar nivelada para estabilidad de ambos elementos.	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input checked="" type="radio"/> Sin revisar
	*Para el sellado del inodoro y el lavamanos se debe utilizar un sellador de silicona.	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input checked="" type="radio"/> Sin revisar
	*Todo accesorio o elementos de grifería deberá ser instalado usando todos los componentes que venian con el kit de dicho elemento para asegurar su buen funcionamiento.	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input checked="" type="radio"/> Sin revisar
	*Componentes que tengan que ser enroscados no pueden ser forzados para evitar trasroscarlos.	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input checked="" type="radio"/> Sin revisar
	*Los sellos deben estas instalado de manera que se evitan filtraciones.	<input type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Rechazado <input checked="" type="radio"/> Sin revisar

Figura 73. Proceso de revisión de la vivienda 55 usando la aplicación.

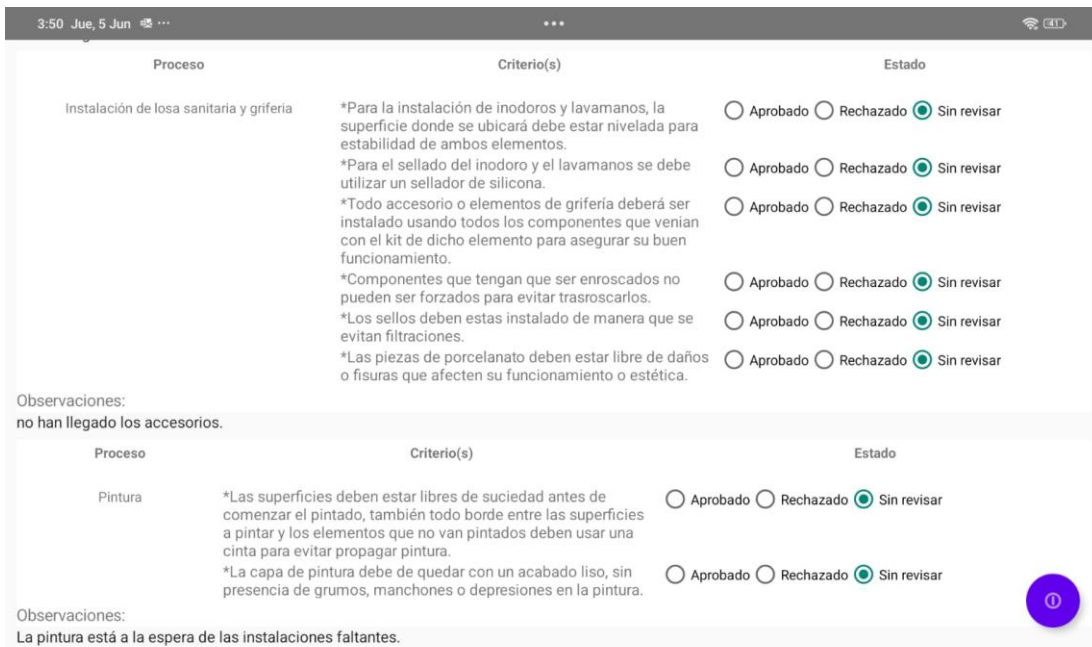
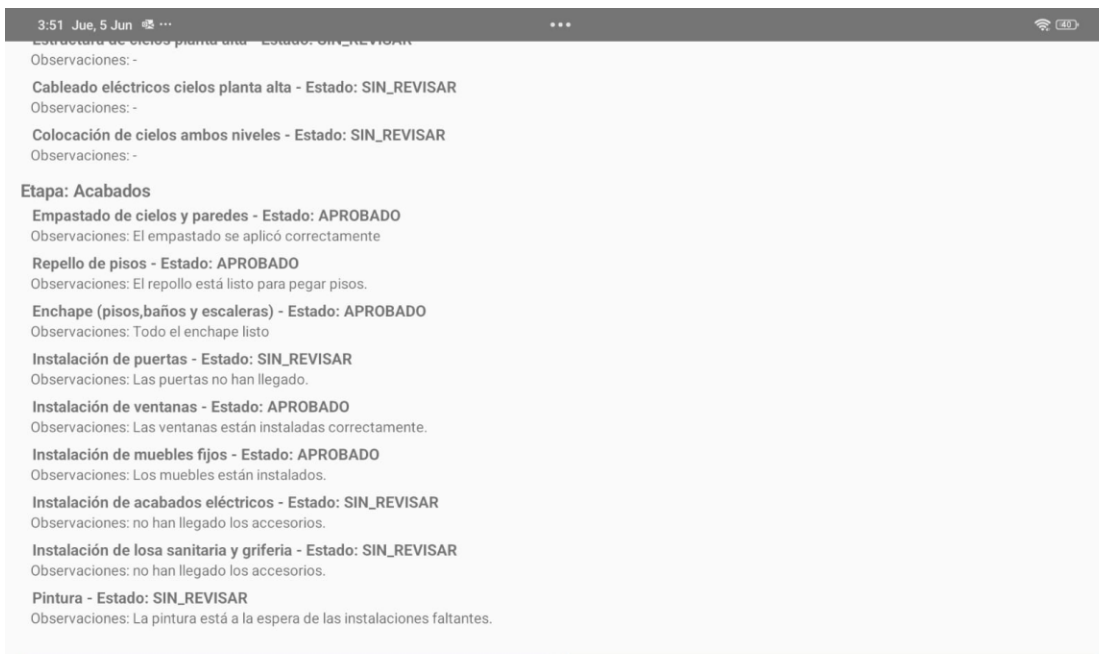


Figura 74. Proceso de revisión de la vivienda 55 usando la aplicación.



Como se observa en la **Figura 74**, todos los procesos que fueron revisados quedaron como “aprobados”. No obstante, aún hace falta muchos procesos en esta etapa por lo cual el estado general se clasificó como “Sin

revisar”. Además, como este proceso de revisión empezó después del inicio de la etapa de acabados, no se pudo revisar directamente los procesos de revestimiento y repello de pisos. De igual manera, se consideran como “aprobados” debido a que no se observaron deformaciones en el caso del revestimiento, y el piso que ya fue instalado no presentaba desniveles, lo cual permite asumir que la superficie debajo estaba correctamente nivelada.

### 3.4.2 Evaluación del uso de la aplicación

Ahora, como parte de la evaluación de la guía en sí, a los profesionales se les entregó la tabla de evaluación observada en el **Apéndice 6**, la cual consiste en una tabla de puntajes con base en algunos criterios que la guía debería cumplir. El puntaje es de 1 a 5 puntos, siendo 5 un resultado satisfactorio y 1 el menos satisfactorio. A continuación, en el **Cuadro 18** al **Cuadro 20**, se presentan los resultados de esta encuesta para cada revisión hecha, y que fue contestada por el profesional responsable de cada una.

**Cuadro 18.** Evaluación de la aplicación con base en la revisión de la vivienda 3.

Evaluación de guía de calidad					
Nombre: Karol Pereira	Fecha: 28-5-2025				
Cargo dentro de la empresa: Ingeniera Residente	Documento para recolección de información para Trabajo Final de Graduación Álvaro Sancho Pozuelo				
Etapa evaluada: Cimentaciones - Casa 03					
Aspecto a evaluar	Puntaje				
	5	4	3	2	1
1.La guía cubre todos los parámetros necesarios para verificar que un proceso se realizó de manera correcta.	X				
2.La información de los parámetros está redactada de forma comprensiva y fácil de interpretar para realizar la revisión.	X				
3.La información del cuadro de "resumen de especificaciones en planos" contiene toda la información necesaria para ser utilizado como un punto de referencia.		X			
4.El formato de la guía es fácil de utilizar y atractivo para los usuarios.	X				
5.La guía posee buena ortografía y sintaxis.	X				

**Cuadro 19.** Evaluación de la aplicación con base en la revisión de la vivienda 27.

<b>Evaluación de guía de calidad</b>					
<b>Nombre: Karol Pereira</b>	<b>Fecha: 29-5-2025</b>				
<b>Cargo dentro de la empresa: Ingeniera Residente</b>	Documento para recolección de información para Trabajo Final de Graduación Álvaro Sancho Pozuelo				
<b>Etapas evaluadas: Paredes 1er nivel - Casa 27</b>					
<b>Aspecto a evaluar</b>	<b>Puntaje</b>				
	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
1. La guía cubre todos los parámetros necesarios para verificar que un proceso se realizó de manera correcta.	X				
2. La información de los parámetros está redactada de forma comprensiva y fácil de interpretar para realizar la revisión.	X				
3. La información del cuadro de "resumen de especificaciones en planos" contiene toda la información necesaria para ser utilizado como un punto de referencia.		X			
4. El formato de la guía es fácil de utilizar y atractivo para los usuarios.	X				
5. La guía posee buena ortografía y sintaxis.	X				

**Cuadro 20.** Evaluación de la aplicación con base en la revisión de la vivienda 55.

<b>Evaluación de guía de calidad</b>					
<b>Nombre: Numan Bermúdez</b>	<b>Fecha: 28-5-2025</b>				
<b>Cargo dentro de la empresa: Maestro de obras</b>	Documento para recolección de información para Trabajo Final de Graduación Álvaro Sancho Pozuelo				
<b>Etapas evaluadas: Acabados - Casa 55</b>					
<b>Aspecto a evaluar</b>	<b>Puntaje</b>				
	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
1. La guía cubre todos los parámetros necesarios para verificar que un proceso se realizó de manera correcta.	X				
2. La información de los parámetros está redactada de forma comprensiva y fácil de interpretar para realizar la revisión.	X				
3. La información del cuadro de "resumen de especificaciones en planos" contiene toda la información necesaria para ser utilizado como un punto de referencia.	X				
4. El formato de la guía es fácil de utilizar y atractivo para los usuarios.		X			
5. La guía posee buena ortografía y sintaxis.	X				

Como las tablas de evaluación representan la misma aplicación, se procede a sacar un promedio del puntaje obtenido en cada aspecto para después obtener el puntaje promedio total. Este puntaje total promedio se usará para sacar una nota con base en la máxima cantidad posible de puntos que se puede obtener. En el **cuadro 21** observamos estos resultados.

**Cuadro 21.** Calificación de la aplicación con base en el promedio de los resultados.

<b>Evaluación de la guía de calidad.</b>	
<b>Aspectos evaluados</b>	<b>Puntaje Promedio</b>
1.La herramienta cubre todos los parámetros necesarios para verificar que un proceso se realizó de manera correcta.	5
2.La información de los parámetros está redactada de forma comprensiva y fácil de interpretar para realizar la revisión.	5
3.La información del cuadro de resumen de especificaciones en planos contiene toda la información necesaria para ser utilizado como un punto de referencia.	4.33
4.El formato de la herramienta es fácil de utilizar y atractivo para los usuarios.	4.67
5.La herramienta posee buena ortografía y sintaxis.	5
<b>Puntaje promedio total</b>	24
<b>Puntaje máximo</b>	25
<b>Nota recibida</b>	96%

Con lo visto anteriormente, se determina que el personal de la empresa aprueba casi por completo la versión actual de la guía. No obstante, aún hay imperfecciones que afectaron la nota final. Según las observaciones de la ingeniera residente, la razón por la que descontó un punto en el aspecto 3 es debido a que el resumen de las especificaciones en planos no contiene la totalidad de la información encontrada en dichos planos, aunque sea por una mínima cantidad de datos. En el caso del maestro de obras, el descontó un punto al aspecto 4 debido a que el formato y los colores utilizados en ocasiones le dificultaron centrarse en la sección que estuviera trabajando. Argumenta que había ocasiones en las que, por accidente, comenzaba a introducir anotaciones en un apartado distinto al del proceso que estaba revisando, debido a una falta de distinción en el formato.

## 3.5 Plan para control de calidad en el proyecto Río Plata

Con la guía lista para uso, se definió el protocolo o plan por el cual la herramienta debe ser utilizada y como sus resultados deben de ser interpretados por la empresa para salvaguardar la calidad de la obra. Para esto se hizo uso de la norma ISO 10005:2018, la cual aborda la orientación sobre planes de calidad ya sea en el contexto de un sistema de gestión de calidad establecido o como una actividad de gestión independiente (ISO, 2018). Los planes de calidad también son esenciales para organizar a la empresa con el objetivo de hacer que sus métodos de control de calidad funcionen, como menciona ISO (2018). Otros beneficios incluyen una mayor confianza en cumplir los requisitos, una mayor seguridad de que los procesos están bajo control y la motivación que brinda a los involucrados. Además, los planes de calidad poseen varios métodos para solventar errores. Según Virtual Training Lteam (2016) existen 2 métodos para solventar errores, la primera es la corrección, la cual es definida como una actividad que ocurre en el momento que un error es encontrado y lo que busca corregirlo de forma directa. La segunda es la acción correctiva, que es un proceso más extenso que busca identificar las causas de un error, para luego analizarlas y eliminarlas por completo y así evitar que surjan en otros procesos y generen errores adicionales en futuros procesos.

Otro concepto que es necesario aprender en el ámbito de los planes de calidad es que un error identificado durante este proceso es denominado como una “no conformidad”. Según Virtual Training Lteam (2018), la no conformidad es un incumplimiento de requisitos técnicos, legales, comerciales, o demás. Las “salidas no conformes” en la construcción serían todos los elementos que incumplieron de alguna forma con los requisitos dados por la guía de calidad, y que el plan debería indicar cómo comenzar el proceso de ajustes y acciones correctivas según se necesite. Con base en este conocimiento, se comienza a plantear el contenido del plan de calidad.

### 3.5.1 Contenido del plan de calidad.

Con base en las especificaciones de la norma ISO 10005:2018, se identifica las secciones o contenidos que el plan de control debería tener según las condiciones de la obra y de la empresa. Cabe mencionar que, de la norma, solo se siguieron especificaciones que fueran aplicables o adaptadas al campo de la construcción. En el **Cuadro 22** se observa el contenido encontrado.

Cuadro 22. Contenido recomendado para el plan de calidad según la norma ISO 10005:2018

Contenido recomendado por la norma	Contenido planteado según las condiciones de la obra
<p><b>1. Alcance del plan de la calidad:</b> Se debe definir hasta qué punto el plan de calidad puede cumplir con su propósito. Para esto se debe definir el propósito y resultado esperado, aspectos de los casos a los que aplicará con sus restricciones y las condiciones para que el plan sea válido.</p>	<p>El propósito del plan de calidad para el condominio Río Plata será verificar que todos los parámetros de calidad determinados por la empresa y documentación nacional e internacional sean cumplidos. El resultado esperado es verificar que cada una de las etapas de las obras de vivienda cumplieran a estos parámetros y en caso de encontrar salidas no conformes, ser capaces de corregirlo.</p> <p>Los casos en que aplicará este plan serán originalmente para las viviendas del condominio Río Plata y aquellas que fueron elaboradas con base en los diseños indicados para este condominio. Viviendas con otros diseños u otros condominios no aplicaría.</p> <p>El plan será válido si todos los parámetros de la guía de control de calidad son cumplidos y en caso de no conformidades, estos son corregidos de manera exitosa para continuar con la obra de la vivienda o para su entrega final.</p>
<p><b>2. Entradas al plan de calidad:</b> Son los insumos requeridos para plantear el plan de calidad. Los más importantes serían los requisitos del cliente, las necesidades de los usuarios del plan y la información relevante para el plan de calidad.</p>	<p>Los requisitos del cliente serían la entrega de una vivienda con los más altos estándares de calidad posible y que todas las especificaciones dadas para dicha vivienda sean incluidas a nivel estructural y arquitectónico.</p> <p>En el caso de los usuarios del plan, este debe indicar las instrucciones de cómo realizar el proceso de control de calidad de inicio a fin, y delegar funciones específicas para agilizar y facilitar las acciones de revisión y corrección del plan de calidad.</p> <p>La información necesaria para el plan de calidad sería:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Información personal de los clientes para el contacto, y coordinación de temas de la obra.</li> <li>• Los parámetros de control de calidad dados en las especificaciones de la empresa, normativa nacional e internacional, todo resumido en la herramienta de calidad.</li> <li>• La información de las fuentes para materiales, personal o equipos necesarios para corregir errores de calidad.</li> <li>• La información del personal de la empresa necesario para coordinar el plan de calidad.</li> </ul>
<p><b>3. Objetivos de calidad:</b> El plan debe indicar los objetivos de calidad y como se lograrán.</p>	<p>Los objetivos de calidad para el plan del condominio Río Plata serían:</p>

Contenido recomendado por la norma	Contenido planteado según las condiciones de la obra
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velar que todos los elementos y procesos de cada etapa de la construcción de una vivienda cumplan con los parámetros de calidad señalados en la guía de calidad.</li> <li>• En caso encontrar salidas o elementos no conformes, velar porque estos sean corregidos de manera rápida y eficaz para cumplir con los requisitos de la empresa y del cliente.</li> <li>• Mantener informado al cliente y al personal de la empresa en caso de medidas de corrección significativas que puedan afectar el cronograma o el presupuesto.</li> <li>• Recomendar la creación de acciones correctivas para eliminar causas de inconformidades.</li> <li>•</li> </ul>
<p><b>4.Responsabilidades del plan de calidad:</b> El plan debe definir a las personas de la organización responsables de planificar, garantizar y comunicar el plan de calidad al igual que dar los resultados de la ejecución del plan.</p>	<p>A continuación, se mencionan quiénes serán los miembros que participarán en el plan de calidad de la empresa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Director de proyecto</li> <li>• Ingeniero residente</li> <li>• Maestro de obras</li> <li>• Arquitecto</li> <li>• Cliente</li> <li>• Mano de obra (peones, ayudantes, entre otros)</li> <li>• Contratistas</li> </ul> <p>Los roles para cada uno de estos individuos serán detallados más adelante en la sección 3.5.2.</p>
<p><b>5.Control de la información documentada:</b> Se debe definir como determinar qué información deberá ser identificada, revisada y distribuida para el plan de calidad.</p>	<p>La información más importante son los resultados de la guía de control de calidad. A la hora de revisar una etapa, se deberá notificar si esta cumplió con los parámetros establecidos por la guía. De lo contrario, se creará un informe para notificar al personal sobre qué proceso es no conforme, dar una justificación del porqué y de las medidas para corregirlo. También deberá ser notificado cómo se subsanará el error y quién será el responsable de realizarlo, ya sea personal de la obra o contratistas. También se presentarán acciones correctivas para eliminar las causas de la inconformidad.</p>
<p><b>6.Recursos:</b> Se deben definir los recursos en términos de materiales, productos y en caso de ser necesario el personal requerido para implementar el plan de calidad.</p>	<p>El personal requerido para implementar el plan, serán todos aquellos pertenecientes a la empresa con la inclusión del cliente. Unos de los materiales más necesarios para el plan de calidad serán las herramientas de medición que el personal usará como parte del proceso para evaluar si los elementos de la obra cumplieron o no con los criterios de calidad. Estas herramientas serán detalladas más adelante en la sección 3.5.3 Los productos que se requieren para que el plan funcione, son todos los materiales de construcción necesarios para elaborar el proyecto,</p>

Contenido recomendado por la norma	Contenido planteado según las condiciones de la obra
	los cuales son revisados como parte del plan de calidad para verificar que estos cumplan con los estándares de calidad.
<p><b>7. Comunicación con clientes y otras partes interesadas:</b> Se debe establecer los parámetros para la comunicación con los clientes donde se debe definir quien mantendrá el contacto, como se dará el contacto y cuando es necesario hacer contacto.</p>	<p>La comunicación con el cliente deberá realizarse con el personal administrativo y también con el personal en campo de ser requerido. El contacto se dará por medios de comunicación convencionales como correos y mensajes de texto para notificar al cliente de cualquier tema que sea necesario. También se le podrá entregar informes con respecto al control de calidad según el avance de la obra para garantizar los parámetros establecidos o notificar de elementos no conformes si son significativos. El contacto con el cliente cuando el tema de discusión sea relacionado al control de calidad, será a discreción de la empresa de qué tan significativo sea la situación.</p>

Fuente. ISO, 2018.

### 3.5.2 Matriz RACI y delegación de roles para el personal

Con los participantes para el plan de calidad identificados, se procederá a describir cuáles serán sus funciones para que el plan funcione de manera efectiva. A continuación, se describirán cada uno de estos roles que deben cumplir los participantes de este plan. Además, para dar una representación gráfica de estas funciones, se hará uso de una matriz RACI. Según Redator Rock Content (2019), las RACI son matrices usadas para la asignación de responsabilidades en la empresa o proceso. Para generar esta matriz se identifican cada uno de los miembros participantes y las tareas que se tienen que realizar para que el proceso funcione. Posteriormente se tiene que definir cómo es que los miembros contribuirán o participarán en el proceso. Es aquí donde la nomenclatura RACI entra en juego, ya que esta son las iniciales de la función que un miembro realizara en el proceso siendo “R” Responsable, “A” Autoridad, “C” Consultor, y “I” Informado. Según Redator Rock Content (2019), las funciones se definen de la siguiente forma:

- **Responsable:** Son aquellos que realizan el trabajo para completar la tarea.
- **Autoridad:** Es la persona responsable de que la tarea se haya realizado de manera correcta y la que delega inicialmente la tarea a los individuos responsables de realizarla.
- **Consultor:** También se puede decir como consultado, son individuos buscados por otros involucrados para obtener información de valor para la tarea, dada su experiencia en el tema.
- **Informado:** Son individuos que son constantemente informados o actualizados sobre el avance del proyecto.

Una vez definidos, los tipos de funciones que cada miembro puede realizar, se procede a detallar cuáles son las tareas necesarias para llevar a cabo el plan de calidad. Debemos recordar que el plan de calidad puede contener 2 partes distintas, la primera son los procesos dedicados a correcciones de no conformidades y la otra la creación de una acción correctiva. Debido a que la acción correctiva es un proceso más amplio y condicional a la situación que dio a las no conformidades, se plantea generar una matriz RACI aparte para este proceso. A continuación, en el **cuadro 23** se detallan las tareas requeridas para el plan de calidad hasta el proceso de corrección, y en el **cuadro 24** se observan las tareas para la acción correctiva:

**Cuadro 23.** Descripción de tareas para el plan de calidad del condominio Río Plata.

Tarea	Descripción
Supervisión de la obra	Consiste en la revisión constante y rutinaria de las obras para evaluar de manera proactiva que los procesos y elementos construidos se estén realizando según los estándares de calidad.
Revisión con la guía de calidad	El proceso de utilizar la aplicación Control DS para la revisión minuciosa de una etapa o proceso para velar que los estándares de calidad fueron cumplidos. Este proceso se hará según el avance de la obra.
Reporte de no conformidades	Los responsables de la supervisión y uso de la guía de calidad de la obra deben notificar a los demás participantes del plan calidad sobre elementos que no cumplieron con los parámetros establecidos y la razón. Una vez comentando el elemento no conforme se procede a discutir la propuesta para corregir el incumplimiento.
Propuesta de corrección	Se plantean la forma en que se corregirán los elementos que incumplieron con los parámetros de calidad, tomando en cuenta que materiales, productos y personal se requerían para dicha tarea.
Revisión de la propuesta de corrección	Los miembros encargados de la gestión de la obra y el plan de calidad evalúan la propuesta de corrección para determinar su viabilidad con base en los recursos que ocupa y el tiempo que consumiría.
Revisión del cronograma y presupuesto	Los encargados de la gestión de la obra actualizan el cronograma con base en el tiempo requerido para la corrección de los elementos y del efecto que tendrá sobre el presupuesto.
Proceso de corrección	Se procede a realizar el proceso de corrección según lo aprobado en la etapa de revisión de la propuesta, respetando el tiempo estimado y los recursos asignados.

**Cuadro 24.** Descripción de tareas para la sección de acción correctiva del plan de calidad.

Tarea	Descripción
Identificación de las causas de las no conformidades.	El personal responsable de la supervisión de la obra deberá identificar las causas que llevaron a los elementos no conformes en el proyecto. Deberán considerarse todos los factores que se involucran en el proceso constructivo, desde la mano de obra hasta el transporte de los materiales.
Análisis de causas y planteo de soluciones.	Las causas son analizadas para determinar sus características con las cuales plantear soluciones a las mismas. Además, en esta etapa del proceso es donde se toma la decisión de si el proceso constructivo requiere de una acción correctiva o no. Todo esto dependería de la información recopilada en el estudio de las causas de las no conformidades.
Propuesta de acción correctiva	Si se determina que la acción correctiva es necesaria, se comienza el planteo de las actividades necesarias para eliminar las causas de no conformidad, quién las ejecutara y en qué orden.
Revisión de la propuesta de acción correctiva y los insumos requeridos	Los responsables revisaran la viabilidad de la propuesta tomando en cuenta las acciones planteadas, los recursos solicitados y el impacto económico que tendría sobre la empresa. En esta etapa los responsables deben hacer todos los cambios que vean necesarios para crear un plan de acción correctiva realista a las necesidades y recursos de la empresa.
Implementación de la acción correctiva	La acción correctiva es puesta en marcha donde el personal responsable velará por que sea implementada en todas las áreas requeridas y se coordine e instruya al personal en cómo implementar los diversos aspectos de la acción correctiva.

Con las tareas descritas, procedemos a generar las matrices RACI para ambos grupos de tareas. En estas matrices tomamos como eje vertical cada una de las tareas mencionadas en el **Cuadro 23** y el **Cuadro 24**, y en el eje horizontal tomamos el personal identificado el **Cuadro 22**. Las iniciales marcadas en cada cuadro representarían la función de cada miembro en ese proceso en específico, siendo estas las mismas indicadas anteriormente en la descripción de cómo funcionan las matrices RACI. Con respecto al personal involucrado, en la matriz de la acción correctiva no se contemplará al cliente como un participante, debido a que esta es una actividad interna de la empresa o proyecto.

**Cuadro 25.** Descripción de tareas para la sección de acción correctiva del plan de calidad.

<b>Matriz RACI: Condominio Río Plata</b>							
<b>Tarea / función</b>	<b>Participantes</b>						
	Director de proyecto	Ingeniero residente	Maestro de obra	Arquitecto	Mano de obra	Contratistas	Cliente
Supervisión de la obra	A	R	R	A	I	I	I
Revisión con la guía de calidad.	A	R	R	A	I	I	I
Reporte cumplimientos y no cumplimientos	I	R	R	I	I	I	I
Propuesta de corrección	A	R	C	C	I	C	I
Revisión de la propuesta de corrección	R	R	C	C	I	I	I
Revisión del cronograma y presupuesto	R	C	I	C	I	I	I
Proceso de corrección	A	R	R	A	I	I	I
Planteo de acción correctiva	R	R	C	C	I	I	I
<b>Nomenclatura:</b> <b>R</b> -Responsable <b>A</b> -Autoridad <b>C</b> -Consultor <b>I</b> -Informado							

**Cuadro 26.** Matriz RACI para la sección de acción correctiva del plan de calidad.

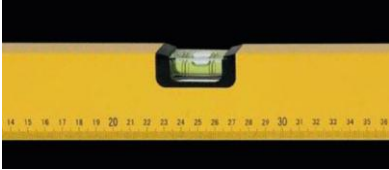

<b>Matriz RACI: Condominio Río Plata</b>						
<b>Tarea / función</b>	<b>Participantes</b>					
	Director de proyecto	Ingeniero residente	Maestro de obra	Arquitecto	Mano de obra	Contratistas
Identificación de las causas de las no conformidades.	A	R	R	A	C	C
Análisis de causas y planteo de soluciones.	A	R	R	A	I	I
Propuesta de acción correctiva	R	R	C	C	I	I
Revisión de la propuesta de acción correctiva y los insumos requeridos	R	R	C	C	I	I
Implementación de la acción correctiva	A	R	R	A	I	I
<b>Nomenclatura:</b> <b>R</b> -Responsable <b>A</b> -Autoridad <b>C</b> -Consultor <b>I</b> -Informado						



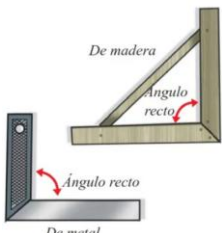
### 3.5.3 Herramientas para medición de parámetros

Con las funciones identificadas y asignadas a cada participante del plan, también es necesario estandarizar como es que los funcionarios determinan que un proceso se llevó de manera correcta. En algunos casos, una simple inspección visual permite identificar si un elemento se instaló o construyó de manera correcta, pero en otros casos es necesario indicar qué herramientas se deben utilizar para determinada tarea. Con base en las variables de medición identificadas en el **Cuadro 10**, se asigna las herramientas óptimas para medirlas como se observa en el **Cuadro 27**.

**Cuadro 27.** Herramientas recomendadas para medición de variables.

<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Variable recomendada para la herramienta</b>
Nivel de burbuja	Es una herramienta que permite determinar la horizontalidad o verticalidad de un elemento por medio de un tubo transparente lleno de líquido con	Nivelado Plomado Alienación

Herramienta	Descripción	Variable recomendada para la herramienta
	<p>una burbuja dentro. Si un elemento se encuentra nivelado la burbuja se centrará en el tubo, de lo contrario se moverá hacia el lado más alto causado por el desnivel (PLB Distribuciones, 2024).</p>  <p>Fuente. PLB Distribuciones, 2024.</p>	
Nivel laser rotativo	<p>Una herramienta moderna que genera una línea horizontal de 360 grados, también es posible realizar la línea de manera vertical. Por medio de este laser se puede determinar si una superficie esta nivelada, además esta herramienta permite la revisión de elementos más grandes como losas completas, de manera más precisa (Medytop, 2021)</p>  <p>Fuente. Medytopy, 2021.</p>	Nivelado
Plomo o Plomada de Albañil	<p>Una herramienta que consiste en un cuerpo metálico cilíndrico, atado a un hilo el cual está unido al otro extremo con una placa metálica que funciona como un separador con respecto al elemento vertical a medir. Si el cilindro se encuentra completamente vertical y paralelo a la pared quiere decir que esta se encuentra a plomo. Si se aleja o reposa contra la superficie de la pared quiere decir que hay un desplome en alguna dirección. (Rubí, 2023).</p>	Plomado

Herramienta	Descripción	Variable recomendada para la herramienta
	 <p>Fuente. Rubi, 2023.</p>	
Cinta métrica	<p>Es una herramienta manual que permite las mediciones de longitudes curvas o rectas. Sus ventajas incluyen el transporte sencillo, el manejo fácil y la capacidad de medir distancias cortas o moderadas (Aceros Torices, 2023).</p>  <p>Fuente. Aceros Torices, 2023.</p>	Dimensiones alineación
Escuadra de albañil	<p>La escuadra es una herramienta fabricada con madera o metal, la cual permite verificar ángulos rectos de los elementos o para trazar dichos ángulos durante una etapa preliminar (Aceros Arequipa, 2022)</p>  <p>Fuente. Aceros Arequipa, 2022.</p>	Alineación Escuadra

### 3.5.5 Formato para documento del plan de calidad

Para presentar el plan de calidad, se plantea el uso de un formato tipo manual, conteniendo la información que deberían hacer los profesionales antes, durante y después de aplicar la herramienta de calidad. El manual se dividirá en secciones creadas a partir de las tareas del **Cuadro 23** y el **Cuadro 24**, cada una con los pasos que se deberán seguir para completar las secciones, y cuáles son los participantes responsables de realizarlo.

En algunos casos las secciones agruparon 2 o más tareas debido a su secuencia de ejecución que ligaba fuertemente una tarea con la otra. Al manual se le agregó una versión simplificada del **Cuadro 27**, como sugerencia al personal responsable.

Adicionalmente, se agregó un cuadro de reporte para notificar no conformidades que aparecen durante el proceso de revisión. En este documento también se podrá comenzar el proceso de corrección por medio de una propuesta que deberá ser revisada y aprobada. La última sección mencionada plantea la creación de una acción correctiva si es requerido para el proceso de la obra, lo cual queda a discreción de los responsables mencionados en dicha sección. Este manual se puede observar en el **Apéndice 7**.

## Capítulo 4: Análisis de los resultados

Con base en los resultados obtenidos de la investigación, comenzamos la sección de interpretación y análisis de esta información y qué revelan sobre el contenido necesario para la creación de la guía, el formato que se le dio y su viabilidad. También se discuten aspectos relacionados con la dinámica de la empresa, los cuales jugaron un rol relevante en esta investigación.

### 4.1 Procesos constructivos críticos identificados en la elaboración de vivienda

El estudio en campo de las obras del condominio Río Plata permitieron generar una imagen detallada de las etapas que se realizan para la elaboración de una vivienda, y los procesos constructivos que se necesitan en cada una de estas etapas para lograrlo. Una de las ventajas era que todas las viviendas poseían un diseño estandarizado, y dentro del condominio se encontraban varias en proceso de construcción en diferentes etapas (como lo observado en las evidencias de la **Figura 19** a la **Figura 37** y el **Cuadro 2**). La revisión en campo fue vital para ampliar el contenido de los procesos y etapas involucradas en las obras a partir de lo que se mencionaba en la documentación de la empresa. Lamentablemente, esta fuente de información no era muy amplia, ya que la única muestra que la empresa ofrecía para los proyectos del condominio, eran cronogramas como el que se observa en el **Anexo 1**. En este cronograma inclusive no aparecen etapas constructivas como el caso de la hojalatería o la estructura de techos del garaje. En el caso de la hojalatería se puede entender que es un proceso implícito que se lleva a cabo cuando el techado general se va a instalar, pero en el caso de la estructura del garaje es preocupante que no se tuviera establecido dentro del cronograma el tiempo requerido, ni los procesos que se requieren considerando que es una estructura

bastante grande. Una razón de esto es que los cronogramas son entregados a los clientes como parte de la información de la logística del proyecto, por lo cual son simplificados para la comprensión de ellos. No obstante, la empresa no posee documentación o cronogramas más detallados de las etapas del proyecto. Fue necesario expandir el listado de etapas para lograr un estudio más detallado, culminando en el listado de etapas y procesos constructivos visto en el **Cuadro 3**.

Con la identificación de los procesos constructivos, se procedió a evaluar las técnicas de control de calidad realizadas por la empresa dentro de las obras del condominio. Lamentablemente, como se mencionó en las secciones 3.1.2 y 3.1.2.1, no existe un sistema estandarizado o constante para el control de calidad de las viviendas. Al consultarle a los dos ingenieros involucrados dentro del proyecto, se observó una drástica diferencia en la metodología de revisión que cada uno utilizaba. Empezando por el ingeniero “ $\Omega$ ” (como se le describe en el **Cuadro 4**), los resultados de la encuesta vistos en el **Cuadro 6** y la **Figura 38** acerca de los métodos de revisión mostraron que en el 78% de los casos, él realizaba únicamente un método de inspección visual. El restante 22% se dividía en un 14% de mediciones en campo, 5% en una combinación de mediciones e inspección visual, y el último 3% en mediciones en campo complementadas con revisión de la documentación. Esto es bastante preocupante debido a que, si bien es cierto que existen bastantes procesos o elementos constructivos que, con solo verlos es posible detectar fallas, en ellos es imposible que solo un 22% requieran procesos más exhaustivos de revisión como realizar mediciones en campo. Una explicación de esto es que, al momento de realizar este proyecto, el ingeniero “ $\Omega$ ” se encontraba en un rol transitorio entre varios de los proyectos que la empresa Desarrollos Técnicos administraba.

Adicionalmente, estos proyectos adicionales eran más grandes en comparación al de Río Plata, por lo cual requerían de mayor atención y tiempo del ingeniero, causando que estas obras quedaron descuidadas. Cambiando el tema a la ingeniera “ $\beta$ ”, los resultados vistos en el **Cuadro 6** y la **Figura 39** muestran que, para el control de calidad de los procesos, ella realizaba revisiones visuales en el 51% de los casos. El restante 49% se dividía en 27% de mediciones en campo e inspección visual, un 17% solamente en revisiones en campo, otro 3% en inspecciones visuales complementadas con revisión de la documentación, y de último un 2% en mediciones en campo junto a revisión de la documentación. Comparando con la metodología del ingeniero “ $\Omega$ ”, se observa una disminución en la dependencia de solamente revisiones visuales. No obstante, igual sigue siendo preocupante que más de la mitad de los procesos, sean revisados por medio de una inspección visual únicamente. Se menciona que la ingeniera “ $\beta$ ” sí se mantenía como residente fija dentro del proyecto, lo cual explicaría que ella pudiera ser más precisa para el control de calidad de la empresa, pero, aun así, es insuficiente que no se tenga una metodología más detallada para este propósito.

El aspecto más crítico del proceso de control de calidad existente es que no hay una forma estandarizada en donde se registren las revisiones hechas. Como se menciona en la sección 3.1.2.1, los ingenieros según sus propios métodos, registraban información que ellos pensaban relevante en diferentes formatos. En algunos casos solo hay registro fotográfico de que hubo algún tipo de revisión, o sino apuntes realizados en documentación como la bitácora, pero esto no eran sucesos constantes ni estandarizados. Todo lo mencionado anteriormente revela una situación bastante grave, donde el control de calidad es aplicado según el criterio de los ingenieros, los cuales no se han coordinado de ninguna manera y donde la recolección de resultados de dichos controles tampoco está evidenciada o documentado correctamente. No es de sorprenderse entonces que elementos aparezcan con errores o imperfecciones cuando no existen referencias de cómo revisarlos. Es importante recordar que el máximo responsable de esto es la empresa en sí, la cual tuvo que plantear y explicar cómo es que los procesos constructivos deberían ser revisados y bajo que parámetros, de esta forma se crea un proceso estandarizado que los ingenieros residentes pudieron haber seguido para mejorar la calidad de las obras. Una razón por la cual esto no se dio puede ser porque el condominio Río Plata es uno de los proyectos más pequeños que tienen, por lo cual, es posible que la empresa lo descuidara debido a que centraron su enfoque y recursos al desarrollo de los otros proyectos. De igual manera, es vital que una empresa ponga en pie los estándares necesarios para obtener los resultados deseados. Por esta razón, se recomienda a la empresa tomar los resultados de este proyecto para comenzar un proceso de revisión para preparar un sistema de control de calidad que tome en cuenta los recursos disponibles de la empresa.

Como no existía un plan o sistema de prioridades que definieran qué procesos son los más importantes para revisar, se procedió a hacer una consulta en conjunto con los ingenieros para determinar las prioridades. La consulta dio los resultados vistos en el **Cuadro 7**, donde se asignó el estatus de prioridad a cada proceso. Para el desarrollo de este proyecto se consideró que todos los procesos marcados como prioridad “alta” o “intermedia” serán incluidos en la guía de control, esto con el objetivo de enfocar los contenidos a los procesos que son vitales para la calidad del proyecto, dando como producto el **Cuadro 8**. Cabe mencionar que un proceso que fuera descartado por ser “bajo” no quiere decir que no es importante o no debería ser revisado. Todos los aspectos de una obra deberían ser revisados para verificar que cumplan con los estándares de calidad, pero algunos no requieren de una revisión exhaustiva para lograrlo. Un ejemplo de esto es la instalación del zacate, el cual es uno de los últimos procesos para entregar el proyecto. Es un paso esencial para darle el acabado a la vivienda, pero el proceso en sí es muy simple como para que sea necesario establecer parámetros de calidad. De igual manera, si la empresa lo requiere, se puede plantear a futuro expandir el listado de procesos para incluir cada uno de ellos sin importar la simpleza o importancia que conlleven.

## 4.2 Definición de los criterios de calidad para la aceptación de los procesos críticos

Para los criterios de los procesos constructivos el primer paso fue la revisión de la documentación de la empresa. La principal fuente eran los planos constructivos, los cuales poseían las notas técnicas y detalles constructivos de las viviendas. Una ventaja de los proyectos que implementan el mismo diseño, como el caso de Río Plata, es que los planos tienen los mismos detalles debido a que todas las viviendas están sometidas a requisitos similares. Por lo tanto, después de la lectura de los planos, se procedió a resumir la información y unirla en el **Cuadro 9**, considerando que toda esa información es estándar para todas las viviendas a construir. No obstante, que los planos fueran una de las principales fuentes de información no quiere decir que toda la información que aparecía en ella fue tomada como un criterio de calidad para el estudio de este proyecto. Uno de los principales ejemplos de elementos que no se agregaron fueron detalles relacionados a elementos correspondientes al área de acabados, debido a que estos elementos son seleccionados a criterio o decisión de los clientes de las viviendas. Estandarizar los acabados arquitectónicos y sus dimensiones es una tarea compleja, inclusive si estos acabados son seleccionados de un menú prediseñado por la empresa. En algunas ocasiones los clientes optaban por acabados no previstos, lo cual conllevaba a cambios al plano de la vivienda que serían únicos para este caso.

Con respecto al resto del contenido de la tabla de criterios, la información recopilada es necesaria para funcionar como la fuente de información primaria que los profesionales deberán revisar para verificar si los elementos en campo cumplieron con lo requerido. Estos requisitos contemplan lo observado, desde dimensiones, hasta materiales requeridos. Por último, con base en actividades implícitas que se realizan en todas las obras, se agregó el **Cuadro 10** para que funcionara como un recordatorio de que hay ciertas variables de medición que deben ser verificadas de igual forma, aunque no estén mencionadas en una documentación. Muchas veces en la construcción hay actividades que poseen estándares que no son mencionados ya que se considera lógico que se cumplan como el caso del plomado de una pared, es por esto por lo que el **Cuadro 10** menciona estas variables que deben ser consideradas en toda revisión.

Con respecto a la documentación nacional, se consultaron dos fuentes de normativa utilizada en este país. El primero de estos fue el Código Sísmico de Costa Rica (**Cuadro 11**), este documento abarca todo lo necesario para los requisitos de diseño estructural que las viviendas deberían cumplir y sus materiales también. En el caso de las viviendas del proyecto Río Plata, estas son viviendas que utilizan un sistema mixto de mampostería y concreto para ser construidas, y poseen diseños estructurales idénticos; debido a estas condiciones la sección más apropiada para la recolección de parámetros era el capítulo 17 de vivienda unifamiliar, el cual tiene como propósito “establecer criterios generales obligatorios para el diseño estructural

y la construcción de casas de uno y 2 pisos” (CSCR, 2010). Este capítulo no solo fue esencial para la determinación de criterios de calidad, sino también para verificar que las especificaciones de los planos cumplieran con lo solicitado en el código, lo cual se verifica una vez realizado la lectura y comparación de la información. De esta forma, podemos interpretar los criterios del código sísmico como los requisitos mínimos la guía de control y los criterios de los planos como los requisitos esperados, lo cual permite un mayor control a los profesionales para revisar que todo lo realizado en el proyecto esté correcto, incluyendo las mismas especificaciones originales. Otros elementos del Código Sísmico fueron consultados para complementar criterios de elementos usados en la construcción, como los bloques de mampostería, que gracias a la sección de anexos se pudo determinar los requisitos técnicos que deben cumplir junto a la aplicación de los morteros de pega.

Otro documento nacional consultado fue el Reglamento de Construcciones del INVU, lamentablemente este no tenía mucha información útil para el desarrollo de este proyecto a excepción del dimensionamiento de buques de puertas y de alturas de cielos, información que se puede observar en el **Cuadro 12**. Hay 2 razones por lo las cuales no pudo aprovecharse más este documento, el primero es que muchas las características de las viviendas del proyecto Río Plata, no eran contempladas dentro del reglamento del INVU, por lo cual, es imposible generar criterios de información no relevante. La segunda es que otras especificaciones ya no son aplicables para el proyecto debido al avance de la obra, por ejemplo, el documento del INVU habla en el artículo 110 sobre requisitos de aceras lo cual hubiera sido útil si no fuese porque todo el sistema de infraestructura afuera de las viviendas se terminó mucho antes de iniciar esta investigación. No obstante, se recomienda tener este documento en consideración si fuera necesario ampliar los criterios de revisión en futuros proyectos.

Con respecto a la normativa internacional se consultaron 2 normativas ampliamente utilizadas en el campo de la construcción: ASTM y ACI. En el **Cuadro 13** se observan cada una de las normas y los criterios de aceptación obtenidas de cada una. Estos documentos son de vital importancia para expandir la base de criterios utilizando información técnica que si es aplicable en el país. Otro objetivo de la investigación de estas normas también era añadir a nuestra base de parámetros de aceptación con la información de elementos o procesos que no fueron mencionados por la documentación de la empresa y la normativa nacional. En este aspecto una de las normativas más importantes fue la ASTM A500, la información dentro de esta norma para la revisión de elementos metálicos es esencial para el control de 2 etapas en el proyecto: el techado de la vivienda y el garaje. Las tolerancias dimensionales indicadas por la A500 permiten saber hasta qué punto es viable un elemento metálico para los procesos necesarios, y si las condiciones de su aspecto también afectarían su desempeño estructural. Otra ventaja de estas normas es que contienen información general de varios elementos estructurales que pueden ser tomados como criterios para variables de medición como los mencionados en el **Cuadro 10**. Por ejemplo, la ACI 117-10 brinda diversas tolerancias el alineamiento,

ubicación o desplome de elementos estructurales de concreto, lo cual se pueden ligar según se requiera a las variables de medición de diversos elementos estructurales de las viviendas. Otra ventaja de consultar estas normas fue la obtención de criterios para elementos que a veces no son revisados de manera profunda como el caso del encofrado.

La ACI 347 nos brinda un listado de criterios con los cuales aceptar si la instalación de los componentes del encofrado fue realizada de la forma correcta. Por último, estas normas no solo eran esenciales para parámetros de aceptación de elementos, sino también para la revisión de documentación que analizó dichos elementos. Por ejemplo, la ASTM C39 es una norma que rige los ensayos de resistencia del concreto. Esto se toma como un parámetro de control de calidad que la empresa deberá verificar ya que es usual que la empresa contrate profesionales para colar elementos como el entrepiso. Como parte del protocolo, los profesionales tomarán muestras para hacer ensayos de cilindros y luego envían los resultados a la empresa. Verificar que estos resultados son confiables es vital para controlar la calidad del concreto y de los elementos en que se utilizó.

Por último, se consultaron fuentes relacionadas a buenas prácticas constructivas vistas en el **Cuadro 14**. El motivo es que dentro de la construcción existen un gran número de elementos y procesos constructivos que no tienen una normativa detallada que indique la correcta aplicación. Hay muchas razones por las que se puede dar, en el caso de los elementos puede ser porque son de un uso genérico, no son críticos para el desempeño estructural de la obra, o son nuevos en el mercado y no se han investigado a fondo. Con los procesos puede ser también que no sean estructuralmente críticos para la obra, o que su proceso es imposible de estandarizar, y depende más de una mano de obra con experiencia que de una documentación técnica. Estas fuentes se obtuvieron de diversos orígenes, como constructoras extranjeras visto en el caso de Sodimac o de manuales de uso como Dimfer. Sin importar el origen, estos documentos brindan un gran número de criterios de aceptación a elementos que carecían de ellos y es cuestión de ponerlos a prueba para determinar qué tan válidos o aplicables son a los procesos realizados en el condominio.

Con todos los parámetros necesarios recopilados, se procedió con la creación de la propuesta de la guía que sería el sistema de tablas tipo checklist visto en el **Cuadro 15**, **Cuadro 16** y en el **Apéndice 5**. Esta propuesta posee una serie de ventajas con respecto a su uso y el desglose de la información. Por ejemplo, el formato es más interactivo para los usuarios. Otra ventaja es la implementación de las fichas como un elemento aparte, lo que permite reorganizar la información de los parámetros de aceptación. Por último, al considerar el contenido del **Cuadro 9** como parte esencial de la guía, se da la posibilidad al personal de tener un resumen de las especificaciones de los planos de manera inmediata y evitar cargar material adicional a la guía. El formato planteado se dio a revisión con el personal de la empresa, los cuales dieron el visto bueno al

contenido para comenzar a ser utilizado en el proyecto. No obstante, el formato de la propuesta tiene una serie de inconvenientes debido a las limitaciones del programa Excel donde se programó originalmente. La primera es que el llenado de las casillas de revisión es lento debido a que se requiere digitar la marca en cada casilla antes de seguir, haciendo el proceso más lento. Después las tablas no tienen ningún tipo de interconexión entre ellas y las fichas técnicas creadas, lo que quiere decir que cada vez que una ficha es requerida, se deberá crear una nueva tabla y llenarla manualmente cada vez. Por último, no hay forma de tener un resumen global de toda una guía. Por estas razones se procede a crear un nuevo sistema para el uso de la guía por medio de la aplicación.

### **4.3 Sistema para el uso de la guía para control de calidad propuesta**

La implementación de la guía en una aplicación Android brinda un producto más atractivo para los usuarios. Además, la oportunidad de transformar el formato original de la propuesta al sistema de la aplicación es una ventaja excelente, ya que los profesionales familiarizados con la versión antigua no deberán adaptarse a una nueva dinámica. Adicionalmente, el uso de la aplicación permitió eliminar todos los inconvenientes mencionados anteriormente en la sección 4.2, como el llenado, el cual ahora es solo con presionar la pantalla. Las fichas pueden ser llamadas mediante un enlace y existe una forma de reportar o revisar el avance global. También se da la completa integración del resumen de especificaciones de los planos, evitando el uso de documentación aparte de la guía. No obstante, la aplicación no es perfecta, empezando por el hecho de que al ser creada usando un programa Android, solo se podrá utilizar en dispositivos que tengan el mismo sistema operativo. También en el formato Excel era posible agregar imágenes a las casillas de observaciones, pero debido a las limitaciones y al alcance de la herramienta, no fue posible replicar esta capacidad. Estas limitaciones deberán ser corregidas a futuro en caso de que la empresa desee expandir su uso a otros proyectos.

### **4.4 Aplicación de la guía en campo**

El proceso de aplicación de la guía fue un procedimiento rápido gracias a la participación de la ingeniera y del maestro de obras. Las 3 viviendas revisadas se escogieron debido a la gran diferencia de avance que había entre ellas, lo cual era excelente para someter la guía a su prueba. En su primer uso el documento demostraba grandes ventajas en la detección de errores, como, por ejemplo, en la vivienda 27. Como se menciona en la sección 3.4.1.3, la casa presentó varios incumplimientos a lo mencionado en la guía, lo cual causó que la etapa de paredes del primer nivel se clasificara como “Rechazado”. Esto es una gran ventaja

para los profesionales a cargo, ya que pudieron identificar cuáles errores están presentes y cómo plantear su solución. En las viviendas 03 y 55 afortunadamente no se presentaron incumplimientos, pero al mismo tiempo no se pudieron revisar las etapas respectivas por completo, debido a procesos que aún no se habían revisado. La ventaja de la aplicación es que, de igual manera, todos los apuntes y criterios enviados se guardarán y el proceso podrá continuarse una vez que las obras continúen.

Con respecto a la satisfacción de la empresa con la aplicación, los resultados de las encuestas vistos en el **Cuadro 21** evidencian gran aceptación, pero aún así, tanto el maestro de obras como la ingeniería dieron comentarios sobre su funcionamiento y opciones de mejora. Empezando por el faltante de información en el resumen de especificaciones, esto es una problemática que se mencionó previamente en la sección 4.2. La falta de información se debe a que esos detalles constructivos no podían ser agregados a la herramienta porque pertenecían a viviendas específicas, como el caso de los tipos de acabados, dimensiones de puertas y ventanas o muebles. La guía ocupaba estandarizar la información para crear un mismo grupo de parámetros aplicables. Una posible solución a este inconveniente sería una futura actualización a la aplicación, en donde se permita generar un apartado en el que se digite la información específica de la vivienda, y luego pueda ser revisada conforme avance el proyecto. En el caso de la confusión generada por las tonalidades del formato, esto también es fácil de corregir, cambiando los colores programados en la herramienta, pero quedará a discreción de la empresa si esto es suficiente o si desearán a futuro cambiar más el formato de la aplicación.

La idea original para el proceso de revisión de la guía era utilizarla en varias viviendas que estuvieran en etapas constructivas diferentes, con la intención de tener un mayor grupo de estudio. Lamentablemente, durante las etapas finales de esta investigación, la obra presentó un periodo prolongado de inactividad, en donde no hubo avance significativo en las viviendas. Además, muchas de estas casas quedaron paralizadas en etapas similares, por lo cual era imposible aplicar por completo la guía de control. Esta problemática limitó bastante la capacidad de revisión de la aplicación. Aún con el visto bueno dado por los profesionales es recomendable utilizar la aplicación una vez se reactive las obras, para dar con un diagnóstico más acertado de su capacidad.

## **4.5 Plan para control de calidad en el proyecto Río Plata**

El plan de control de calidad servirá como el producto final que se le entregará a la empresa, donde se indicarán las instrucciones de cuándo usar la guía, quién la usará y qué se hará con los resultados. El uso de la norma ISO 10005:2018 fue esencial para el análisis interno de la empresa, para determinar lo que ocupaba para hacer el plan de calidad. El alcance definido deja en claro que la guía y el plan de calidad serán aplicables

únicamente al proyecto de Río Plata. Luego, las entradas delimitan que la información únicamente provendrá de lo mencionado en normativa y planos del condominio, dejando afuera fuentes terciarias no esenciales. Por último, los objetivos estipulados reafirman que se velará únicamente por cumplir con los estándares de calidad en las viviendas del condominio y de corregir imperfecciones que aparezcan. Una posible complicación con el diseño del plan de calidad es la definición de los participantes en él. Estos miembros fueron escogidos porque son el grupo principal que siempre existe en cualquier obra, y gracias a la matrices RACI (vistas en el **Cuadro 25** y **Cuadro 26**) se pudo delimitar propiamente qué son los roles de los miembros en las tareas. No obstante, la definición de estos miembros puede estar incompleta, o más bien pueda que requieran cambios dependiendo de las dinámicas de la empresa, como sería el caso de la inclusión del contador a un rol más participativo. Las tareas necesarias para hacer funcionar el plan no cambiarían sin importar quienes participen en él, por lo cual sí es necesario que se verifique que el listado de participantes es adecuado, o si requiere personal adicional.

Otra mención importante es la administración de la información, los apartados de “control de la información documentada” y “comunicación con clientes y otras partes interesadas” del **Cuadro 22** dejan bien en claro que la información debe ser propiamente recolectada y distribuida entre las partes competentes. En muchos casos la información del plan ni siquiera llegará al cliente, las matrices RACI indican que ellos tienen un rol de “Informado” y si bien es verdad que ciertos aspectos se le serán comunicados con respecto al avance de la obra, no todo se le comunicará. Esto es con el propósito de proteger a la empresa y también de no sobrecargar a los clientes con información que más bien puede abrumarlos.

Una obra siempre tendrá imperfecciones, y si cada una de esas es notificada al cliente, esto solo lo asustará y complicará las relaciones futuras. Con respecto a otros miembros del plan, el manejo de la información si podrá ser más abierto, pero dependerá mucho de las condiciones de cada caso. Con respecto a las tareas planteadas, estas siguen un orden lógico de revisar, identificar, notificar y resolver; la razón por la que se decidió dividir las tareas en instancias diferentes como se observa en el **cuadro 23** y **cuadro 24** es porque las acciones correctivas son más complejas y tiene otro detalle: son situacionales. No en todos los casos será necesario plantear una acción correctiva después de encontrar una inconformidad. Eso quedará a criterio de los responsables del proceso de revisión y corrección. Otra mención importante es la definición de las no conformidades y elementos conformes. Estos términos son esenciales para entender la filosofía de los planes de calidad, y lo que implica que un error solo será un error, si éste nunca es corregido. Quiere decir que mientras exista un proceso que identifique y corrija fallas en el proceso, no existirán errores, solo inconformidades que arreglar.

Es importante recordar que el criterio o la responsabilidad de los involucrados es esencial para hacer funcionar tanto la guía como el plan de calidad. El factor humano juega un papel importante en el proceso de revisión, ya que todo esto se hará por personas que pueden tener criterios diferentes para determinar si algo está bien o mal, y eso repercute en los resultados finales del proceso. La estandarización de un proceso de control de calidad es buena, pero solo llegará a ser efectivo si los usuarios también tienen criterios en común o si están interesados en hacerlo funcionar. Esta es una de las razones por las cuales se debería recomendar hasta el uso de equipos de medición como lo visto en el **cuadro 27**. Estandarizar el uso de equipos lleva a resultados más confiables, pero igual dependerá del responsable del momento velar que todo se realice con los más altos controles. Es por esta razón que la empresa deberá velar por la correcta capacitación y monitoreo de los involucrados para velar que el plan se siga al pie de la letra. Con esto dicho, pasamos al documento del plan de calidad el cual se puede observar en el **Apéndice 7**, este panfleto busca dejar instrucciones generales pero claras donde se limite qué es lo que cada miembro “responsable” debe hacer para la revisión del condominio, en qué momento aplicar la guía de control de calidad, qué herramientas usar y qué hacer cuando aparezcan inconformidades (identificación y reporte). También están indicaciones para una potencial acción correctiva pero como se mencionó previamente, esto es solo si la situación lo amerita. Este documento junto a la guía quedará como la base con la que se podrá revisar todas las obras del condominio, si así lo desea la empresa, permitiendo a futuro agregar cambios según las dinámicas del proyecto cambien o inclusive si desean aplicarlo a otros proyectos.

## Conclusiones y recomendaciones

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir de esta investigación. En la sección de conclusiones resaltamos las metas logradas, los obstáculos y limitaciones encontrados, y la importancia de los resultados obtenidos para la empresa y las investigaciones enfocadas a la construcción. En las recomendaciones se plantean acciones para optimizar futuras iniciativas relacionadas a este tema, tanto por la empresa como para aquellos que busquen realizar investigaciones relacionadas al área del control de calidad en obras.

### Conclusiones

- La revisión en campo es una herramienta esencial para contrastar o comparar lo teórico con la realidad. Este procedimiento fue vital para verificar y expandir las etapas y procesos constructivos que se llevaban a cabo en el proyecto de Río Plata. Este procedimiento también evidenció carencias

en la documentación por parte de la empresa, ya que de las pocas fuentes consultadas evidenciaban que no se tenía una imagen completa de las etapas necesarias para elaborar una vivienda.

- El control de calidad existente de la empresa para el proyecto de Río Plata es insuficiente. Los estudios indican que no hay un sistema estandarizado que los profesionales del proyecto deben seguir para el control de calidad de las viviendas, dejando a criterio de cada individuo la metodología para evaluar y reportar el estado de la calidad del proyecto.
- El planteo de cualquier metodología requiere de un consenso entre los profesionales que la implementarán. Es por esta razón que las encuestas, en conjunto a los encargados del proyecto, permitieron crear las bases de la guía de control de calidad, que en este caso eran los procesos y actividades con mayor prioridad en un proceso de revisión.
- La revisión de la normativa nacional en conjunto a la internacional es vital para el planteo de criterios de aceptación, ya que estos contarán con el respaldo de fuentes acreditadas que han determinado que un proceso o elemento se realizó de forma correcta, si se siguen las recomendaciones dadas.
- Tomar en consideración buenas prácticas constructivas como criterios de aceptación permite contemplar aspectos en el área de la construcción que, si bien no están normadas, sí tiene una serie de estándares con los cuales se puede determinar que se realizó un buen trabajo.
- La propuesta de la guía deja en claro cómo se procederá con el control de calidad con base en la información recopilada. El tipo de formato y la forma en que se introduce la información en la guía juegan un papel importante en el grado de aceptación y uso por parte de la empresa.
- La creación de una aplicación y el uso de herramientas de programación es una ventaja para muchas industrias como la construcción. La aplicación creada facilitó el uso del formato propuesto originalmente para la guía de control de calidad, y permitió la inclusión de cualidades nuevas que facilitarán el proceso de revisión de los parámetros de calidad.
- El uso de la aplicación en campo deja en claro que implementarla facilita drásticamente la revisión de procesos constructivos, pero aún hay áreas en donde se puede dar mejoras de la herramienta. Lo bueno de usar aplicaciones es que la actualización de sus funciones es rápida y puede adaptarse a lo requerido por la empresa.

- El plan de calidad instruirá a los involucrados en el proceso de control de calidad, para que comprendan cuáles serían sus roles en el cumplimiento de tareas, y así garantizar un apropiado control de calidad. El uso de las matrices RACI y la ISO 10005:2018 permitieron crear el plan de calidad definiendo su alcance, objetivos, tareas y los responsables de ejecutar estas tareas. También la aplicación de los conceptos de no conformidades y salidas no conformes permiten interpretar el verdadero uso de un plan de calidad, el cual es que los errores no existen mientras sean identificados y corregidos.

## Recomendaciones

- Se recomienda a la empresa velar porque todos sus proyectos tengan un sistema para el control de calidad implementado, sin importar el tamaño del proyecto o qué tan sofisticado sea el sistema. Es vital establecer estándares para la revisión de procesos con los cuales determinar si se realizaron de manera correcta. Es importante también que, cualquier sistema creado debe ser notificado a los profesionales a cargo de la obra para que se familiaricen y lo utilicen adecuadamente.
- La empresa debería ampliar su documentación del proyecto Río Plata, para que contengan un desglose detallado de las actividades que verdaderamente ocurren en la construcción de sus viviendas. Esto como un respaldo y herramienta para la ejecución de la obra y de la revisión de esta.
- Es aconsejable que, en una futura actualización a la propuesta de control de calidad, la empresa contemple todos los procesos constructivos que se realizaron, sin importar su importancia o prioridad para la revisión. Esto requeriría también la identificación de normativa y parámetros que sean aplicables a estos nuevos procesos.
- Es recomendable que la empresa revise las normativas nacionales e internacionales para determinar si se contemplaron todos los criterios necesarios para la revisión de la obra, o si hay algún punto faltante por revisar. Esto también aplica para buenas prácticas constructivas, donde la empresa puede valorar la adición de parámetros constructivos que sean necesarios con base en prácticas internas o realizadas por otras entidades en la construcción.
- Para valorar la efectividad de la aplicación de manera más precisa, se recomienda que la empresa someta la herramienta a revisiones una vez que se reanuden por completo las actividades de la obra,

de esta forma se evalúa si la guía está completa u ocupa cambios, y si los procesos reanudados están realizando de forma completa.

- Se le aconseja a la empresa revisar la propuesta y la aplicación creada a partir de ella para valorar hacer modificaciones o actualizaciones al formato y sus contenidos con base en las necesidades de los proyectos. También se le impulsa a la empresa valorar que esta guía pueda ser utilizada en otros proyectos además del condominio Río Plata, si se realizan las modificaciones al contenido según lo requerido.
- Como consejo, el plan de calidad deberá ser revisado por la administración de la empresa para determinar si los roles y tareas identificadas dentro del documento son adecuadas o será necesario hacer modificaciones al documento. Al igual que la guía o aplicación, se recomienda usar este documento como una base para adaptar planes de calidad a otros proyectos fuera de Río Plata.
- Se recomienda a la empresa capacitar al personal sobre el uso de la guía y el plan de calidad para evitar variaciones en la metodología. También se debería notificar al personal cualquier cambio hecho a estas herramientas para evitar el uso de metodologías desactualizadas.

# Referencias bibliográficas

123RF. (s.f). Concepto de jerarquía Trabajador con el ingeniero plana y avatares handymen establecer ilustración vectorial. 123RF. [https://es.123rf.com/photo\\_45346711\\_concepto-de-jerarqu%C3%ADa-trabajador-con-el-ingeniero-plana-y-avatares-handymen-establecer-ilustraci%C3%B3n.html](https://es.123rf.com/photo_45346711_concepto-de-jerarqu%C3%ADa-trabajador-con-el-ingeniero-plana-y-avatares-handymen-establecer-ilustraci%C3%B3n.html)

Aceros Arequipa. (2010). Manual del Maestro Constructor. [https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-del-maestro-constructor?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-del-maestro-constructor?utm_source=chatgpt.com)

Aceros Arequipa. (2022). Construye Seguro, Manual del propietario. <https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-de-construccion-para-propietarios.pdf>

Aceros Arequipa. (s.f). Trabajos de construcción: Tips para realizar un buen nivelado, aplomado y alineado. <https://www.construyendoseguro.com/trabajos-de-construccion-tips-para-un-buen-nivelado/>

Aceros Torice. (2023). Cinta métrica, ¿Qué es y para que sirve? <https://acerstorices.com/blog/que-es-la-cinta-metrica-y-para-que-sirve/>

Aceros Torices. (2024, 29 julio). Guía para Instalación de Cumbre en Techo de Lámina [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=yetgUudaDyE>

Acevedo, E., Mesa, A. M., Arbeláez, N., Rodríguez, D., Mejía, A. M., & Gaviria, G. (2003). *Manual práctico de los muebles de madera (closets, cocinas, baños)*. INTERQUIM. <https://www.calameo.com/read/001473002353c30777f2a>

ACI. (2010). Specification for Tolerances for Concrete Construction and Materials (ACI 117-10) and Commentary (ACI 117R-10). American Concrete Institute. <https://es.scribd.com/document/695948449/ACI-117-10-Espanol>

ACI. (2014). Guide to Formwork for Concrete. (ACI PRC-347-14(21)). American Concrete Institute. <https://es.scribd.com/document/402021791/ACI-347-Guide-to-Formwork-for-Concrete>

ACI. (2016). Building Code Requirements and Specification for Masonry Structures and

Companion Commentaries (ACI 530/530.1-13). American Concrete Institute.  
<https://es.scribd.com/document/484872253/530-1-02-Especificacion-para-estructuras-de-mamposteria-pdf>

Android Developers. (s.f). Introduccion a Android Studios.  
[https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419#:~:text=Android%20Studio%20is%20the%20official,IDE\)%20for%20Android%20app%20development.](https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419#:~:text=Android%20Studio%20is%20the%20official,IDE)%20for%20Android%20app%20development.)

ASTM. (2022). Métodos de prueba estándar para las características de compactación de suelos en el laboratorio mediante el esfuerzo modificado (56.000 ft lbf/ft (2.700 kN m/m)) (ASTM D1557-12(2021)). American Society for Testing Materials.  
<https://compass.astm.org/document/?contentCode=ASTM%7CD1557-12R21%7Ces-CL>

ASTM. (2023). Especificación estándar para tubos estructurales de acero al carbono sin costura y soldados conformados en frío redondos y con formas (ASTM A500/A500M-23). American Society for Testing Materials.  
[https://compass.astm.org/document/?contentCode=ASTM%7CA0500\\_A0500M-23%7Ces-ES](https://compass.astm.org/document/?contentCode=ASTM%7CA0500_A0500M-23%7Ces-ES)

ASTM. (2024a). Especificación de estándar para barras de acero al carbono lisas y corrugadas para refuerzo de hormigón (ASTM A615/A615M-24). American Society for Testing Materials.  
[https://compass.astm.org/document/?contentCode=ASTM%7CA0615\\_A0615M-24%7Cen-US](https://compass.astm.org/document/?contentCode=ASTM%7CA0615_A0615M-24%7Cen-US)

ASTM. (2024b). Especificación estándar para agregados para hormigón (ASTM C33/C33M-24a). American Society for Testing Materials.  
[https://compass.astm.org/document/?contentCode=ASTM%7CC0033\\_C0033M-24A%7Ces-ES](https://compass.astm.org/document/?contentCode=ASTM%7CC0033_C0033M-24A%7Ces-ES)

ASTM. (2024c). Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón (ASTM C39/C39M-24). American Society for Testing Materials.  
[https://compass.astm.org/document/?contentCode=ASTM%7CC0039\\_C0039M-24%7Ces-ES](https://compass.astm.org/document/?contentCode=ASTM%7CC0039_C0039M-24%7Ces-ES)

Bautista, J., & Sabador, A. (2004). *Calidad del diseño en la construcción*. Editorial Díaz de Santos.  
[https://www.google.co.cr/books/edition/Calidad\\_del\\_dise%C3%B1o\\_en\\_la\\_construcci%C3%B3n/fUCICgAAQBAJ](https://www.google.co.cr/books/edition/Calidad_del_dise%C3%B1o_en_la_construcci%C3%B3n/fUCICgAAQBAJ)

Becciu, S. (2023). Qué es la estandarización de procesos, cómo aplicarla y ejemplos. Full Audits.  
<https://fullaudits.com/estandarizacion-de-procesos-aplicarla-y-ejemplos/>

Canorea, E. (s.f). ¿Qué es Kotlin y para qué sirve? Plain Concepts. <https://www.plainconcepts.com/es/kotlin-android/>

Cavieres, G. (s.f). Colocacion, vibrado y curado del hormigon. Grupo Polpaico.  
[https://victoryepes.blogs.upv.es/files/2024/06/Colocaci\\_n\\_Vibrado\\_y\\_Curado\\_del\\_Hormig\\_n\\_en\\_Obra.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://victoryepes.blogs.upv.es/files/2024/06/Colocaci_n_Vibrado_y_Curado_del_Hormig_n_en_Obra.pdf?utm_source=chatgpt.com)

- Cerro Negro. (2024). Tu piso perfecto: guía para la instalación de cerámicos y porcelanatos. – Cerro Negro – Cerámicas y Porcelanatos. [https://cerronegro.com.ar/2024/03/21/tu-piso-perfecto-guia-para-la-instalacion-de-ceramicos-y-porcellanatos/?utm\\_source=chatgpt.com](https://cerronegro.com.ar/2024/03/21/tu-piso-perfecto-guia-para-la-instalacion-de-ceramicos-y-porcellanatos/?utm_source=chatgpt.com)
- Codina, J., & Borrueal, M. (s.f.). Las tres dimensiones de la arquitectura. Fundación Arquia. <https://fundacion.arquia.com/es-es/convocatorias/proxima/p/ProximaRealizacion/FichaDetalle/?idrealizacion=2586>
- Coll, S. (s.f.). Ilustración vectorial de ejes cartesianos. Shutterstock. <https://www.shutterstock.com/es/image-vector/vector-illustration-3d-cartesian-axes-x-2194735489>
- CPIQ. (2018). *Guía para la elaboración y control de documentos*. Consejo Profesional de Ingeniería Química de Colombia. <https://www.cpiq.gov.co/resources/uploaded/files/A-GDT-G-01%20GUIA%20PARA%20LA%20ELABORACION%20DE%20DOCUMENTOS.pdf>
- CSCR. (2010). *Código Sísmico de Costa Rica* (4ta ed.). Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. <https://www.codigosismico.or.cr/descargas/CSCR2010.pdf>
- Derly, J. (2016). Placas o losas flotantes. Prezi. <https://prezi.com/qnbealn7hi /placas-o-losas-flotantes/>
- Desarrollos Técnicos S.A. (s.f). Condominio Río Plata. <https://desarrollostec.com/condominio-rio-plata>
- Dharma Consulting. (2023). Entendiendo los Criterios de Aceptación en la Gestión de Proyectos: Su importancia y aplicación. <https://dharmacon.net/2023/06/30/entendiendo-los-criterios-de-aceptacion-en-gestion-de-proyectos-su-importancia-y-aplicacion/>
- Diccionario de la Lengua Española. (s.f.a). Corrección. Real Academia Española. <https://dle.rae.es/correcci%C3%B3n#sinonimosAxAJSRX>
- Diccionario de la Lengua Española. (s.f.b). Prevención. Real Academia Española. <https://dle.rae.es/prevenci%C3%B3n>
- Dimfer. (s.f). MANUAL DE USO Y RECOMENDACIONES DE PUERTAS CONTRAPLACADAS ENCHAPADAS Y ACCESORIOS. <https://dimfer.com.pe/wp-content/uploads/2022/09/RECOMENDACIONES-DE-USO-Y-MANTENIMIENTO-DE-LA-PUERTA-MODELO.pdf>
- Ecured. (s.f). Instrumentos de medición mecánica. [https://www.ecured.cu/Instrumentos de medici%C3%B3n mec%C3%A1nica](https://www.ecured.cu/Instrumentos%20de%20medici%C3%B3n%20mec%C3%A1nica)
- Euroinnova. (s.f). Personal de obra. Euroinnova International Online Education. <https://www.euroinnova.com/blog/personal-de-obra>
- Ferreira, M. (2023). Planificación de obra y la importancia de la información histórica. Checklist Fácil | Blog. <https://es.checklistfacil.com/blog/planificacion-de-obra/>
- Ferrovial. (s.f). Procesos constructivos. <https://www.ferrovial.com/es/stem/procesos-constructivos/>
- Ferrero, A., Huertas, R., Perales, E., Huraibat, K., & Santafé-Gabarda, P. (2021). Medida de la apariencia. *e-medida*. <https://www.e-medida.es/numero-19/medida-de-la-apariencia/e-medida>

Fundación Carlos Slim [CURSOS EN LINEA]. (2018). TRAZO [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=qZLN2fewsvq>

Gayubas, A. (2025). Investigación cualitativa y cuantitativa: qué son y ejemplos. *Concepto*. <https://concepto.de/investigacion-cualitativa-y-cuantitativa/>

Gobierno de México. (s.f.). ¿Qué es un reglamento de construcción? *gob.mx*. <https://www.gob.mx/cenapred/es/articulos/que-es-un-reglamento-de-construccion>

Gómez, L.E. (2023). ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS y PROCESOS DE OBRA.pptx [Diapositivas]. *SlideShare*. <https://es.slideshare.net/slideshow/elementos-constructivos-y-procesos-de-obrapptx/258645293>

González, E. (2023). La calidad de un producto: ¿Qué es y cómo mejorarla? *ESDESIGN*. <https://www.esdesignbarcelona.com/actualidad/disenio-producto/5-consejos-para-mejorar-la-calidad-de-un-producto>

H20. (2025). Aprender a verificar escuadra en obra utilizando 2 métodos. <https://hveinte.com/verificar-escuadra-en-obra/>

HQTS. (2023). La importancia del control de calidad en la construcción. <https://www.hqts.com/es/control-calidad-construccion>

Insemac. (2020). 10 instrumentos de medida y sus aplicaciones. <https://insemac.com/blog/10-instrumentos-de-medida-y-sus-aplicaciones/>

INVU. (2022). *Reglamento de construcciones*. Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.invu.go.cr%2Fbusqueda%3Fp\\_p\\_id%3D101%26p\\_p\\_lifecycle%3D0%26p\\_p\\_state%3Dmaximized%26p\\_p\\_mode%3Dview%26\\_101\\_struts\\_action%3D%252Fasset\\_publisher%252Fview\\_content%26\\_101\\_assetEntryId%3D118905%26\\_101\\_type%3Ddocument%26inheritRedirect%3Dfalse&psig=AOvVaw3LngQ9DqgnViojnLY8lqna&ust=1755482494210000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAMQjB1qFwoTCMi8zYrgki8DFQAAAAAdAAAAABAE](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.invu.go.cr%2Fbusqueda%3Fp_p_id%3D101%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_101_struts_action%3D%252Fasset_publisher%252Fview_content%26_101_assetEntryId%3D118905%26_101_type%3Ddocument%26inheritRedirect%3Dfalse&psig=AOvVaw3LngQ9DqgnViojnLY8lqna&ust=1755482494210000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAMQjB1qFwoTCMi8zYrgki8DFQAAAAAdAAAAABAE)

ISO. (2018). Gestión de calidad – Directrices para planes de calidad. International Organization for Standardization.

[https://www.google.com/search?q=que+es+el+iso&rlz=1C1ONGR\\_esCR1011CR1011&og=que+es+el+ISO&gs\\_lcrp=EgZjaHJvbWUqBwgAEAAyGAQyBwgAEAAyGAQyBwgBEAAyGAQyBwgCEAAyGAQyBwgDEAAyGAQyBwgEEAAyGAQyBwgFEAAyGAQyBwgGEAAyGAQyBwgHEAAyGAQyBwgIEAAyGAQyBwgJEAAyGATSAQk1NjAyajBqMTWoAgiwAgE&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=que+es+el+iso&rlz=1C1ONGR_esCR1011CR1011&og=que+es+el+ISO&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUqBwgAEAAyGAQyBwgAEAAyGAQyBwgBEAAyGAQyBwgCEAAyGAQyBwgDEAAyGAQyBwgEEAAyGAQyBwgFEAAyGAQyBwgGEAAyGAQyBwgHEAAyGAQyBwgIEAAyGAQyBwgJEAAyGATSAQk1NjAyajBqMTWoAgiwAgE&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

Jiménez, A. (2023). *Guía de criterios de aceptación para la recepción de los procesos constructivos...* Repositorio TEC. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/15047>

Keyence. (s.f.). ¿Qué es la Tolerancia? KEYENCE México. <https://www.keyence.com.mx/ss/products/measure-sys/measurement-selection/basic/tolerance.jsp>

Mapei. (2022). Repello fino: qué es, usos, ventajas, aplicación y productos. <https://www.mapei.com/mx/es-mx/blog/detalles/articulos/2022/05/06/repello-fino>

Medytop. (2021). Nivel laser rotativo, todo lo que debes saber. <https://www.medytop.com/es/blog/nivel-laser-rotativo-todo-lo-que-debes-saber-b8.html?rewrite=nivel-laser-rotativo-todo-lo-que-debes-saber&id=8&module=leoblog>

Mi suelo laminado. (s.f). Cómo nivelar un suelo antes de colocar suelo laminado. <https://misuelolaminado.com/como-nivelar-un-suelo-antes-de-colocar-suelo-laminado/>

Moreno, M.A. (2022). DESPERDICIOS EN LAS OPERACIONES: PARTE 5. <https://es.linkedin.com/pulse/desperdicios-en-las-operaciones-parte-5-mario-alberto-moreno-pe%C3%B1a>

Multiquip. (s.f). Teoría de consolidación del hormigón. [https://www.multiquip.com/multiquip/pdfs/Teoria de Consolidación del Hormigón.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.multiquip.com/multiquip/pdfs/Teoria de Consolidación del Hormigón.pdf?utm_source=chatgpt.com)

Norton. (2023). No caigas en los errores comunes al empastar una pared. <https://www.nortonabrasives.com/es-pe/blog/no-caigas-en-los-errores-comunes-al-empastar-una-pared>

Pegaduro Media. (s.f). NIVELACION DE TERRENOS. <https://www.pegaduro.com.mx/Blog/218>

Pinterest. (s.f). Materiales de construcción. <https://www.pinterest.com/pin/materiales-de-construccion-conjunto-de-ilustraciones-de-ladrillos-cemento-tablones-de-madera-y-tubos-de-met--734649757975215686/>

PLB Distribuciones. (2024). El nivel de burbuja. [https://www.plb.cat/plb-noticias/el-nivel-de-burbuja/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.plb.cat/plb-noticias/el-nivel-de-burbuja/?utm_source=chatgpt.com)

Plycem (s.f). Guía de instalación de cielos y aleros. <https://plycem.com/wp-content/uploads/2022/02/Manual-de-instalacion-Cielos-y-Aleros.pdf>

Prisa. (s.f). ¿Cómo pintar tu casa como un profesional?. <https://www.prisa.mx/blog/como-pintar-tu-casa-como-un-profesional/>

Prodex. (2020, 28 mayo). LA IMPORTANCIA DE USAR PRODUCTOS NORMADOS EN LA CONSTRUCCIÓN. <https://www.prodexcr.com/la-importancia-de-usar-productos-normados-en-la-construccion/>

Ramírez, A. (2023). Costa Rica construye más viviendas, pero de menor calidad. *CRhoy*. <https://www.crhoy.com/economia/costa-rica-construye-mas-viviendas-pero-de-menor-calidad/>

Redactor Rock Content. (2019). Aprende como distribuir mejor las responsabilidades con la Matriz RACI. <https://rockcontent.com/es/blog/matriz-raci/>

Rodrigues, N. (2023). Qué es la estandarización de procesos, cómo aplicarla y sus ventajas. *HubSpot*. <https://blog.hubspot.es/sales/estandarizacion-de-procesos>

Rodriguez, L. (2021). Qué es el control de calidad. *HubSpot*. <https://blog.hubspot.es/sales/control-de-calidad>

Rodríguez, A. (2024). ¿Qué es un sobrecoste? ¿Cómo evitarlo? Definición + Ejemplos. *Instagantt*. <https://www.instagantt.com/es/gestion-de-proyectos/que-es-un-sobrecoste-como-avoidarlo>

Rubi. (2023). Plomada de albañil: ¿Qué es y cómo se usa? Rubi Blogs.

Sangrador, C., & Molina, A. (2018). Estadística. Tipos de variables. Escalas de medida. *Evidencias en Pediatría*. <https://evidenciasenpediatria.es/articulo/7307/>

SlideShare. (2015). Inspección de obra. <https://es.slideshare.net/slideshow/inspeccion-de-obra/44326650>

Sodimac Constructor Chile. (2020). Técnicas y consejos útiles en instalación de grifería - FAS [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=AQc128ydOuk>

Sodimac Constructor Chile. (2021). Cómo nivelar un terreno: Nivel fijo o estatal [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=o-8NIY1zkGM>

Sodimac Constructor Chile. (2024a). Cómo instalar canaletas I Taller del especialista [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=FZPVdg-H1XE>

Sodimac Constructor Chile. (2024b). Instalación en sala de baño: Inodoro y lavamanos [Vídeo]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=NkJW\\_1uIB2Q](https://www.youtube.com/watch?v=NkJW_1uIB2Q)

Soudal España. (2022). Cómo instalar una ventana paso a paso de manera óptima y eficiente [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=-CKSqqQm3B8>

Stabilit. (s.f). ¿Cómo instalar láminas de policarbonato? <https://www.stabilit.com/blog/como-instalar-laminas-de-policarbonato/>

Ternium. (s.f). Buenas prácticas de supervisión e instalación de techos. [https://amcen.ternium.com/media/d21jk21n/buenas-pr%C3%A1cticas-supervisi%C3%B3n-e-intalaci%C3%B3n-techos-webinar-tx-ics-abr20.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://amcen.ternium.com/media/d21jk21n/buenas-pr%C3%A1cticas-supervisi%C3%B3n-e-intalaci%C3%B3n-techos-webinar-tx-ics-abr20.pdf?utm_source=chatgpt.com)

Vecteezy. (s.f). Fases de construcción de casas isométricas aisladas en blanco. <https://es.vecteezy.com/artefectorial/17650674>

Virtual Training Lteam. (2016). Acción correctiva [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=K0U9q2CJq8s>

Virtual Training Lteam. (2018). Salidas no conformes [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=QNpGyjfIDic>

# Apéndices

**Apéndice 1:** Encuesta de métodos actuales para la revisión de procesos constructivos realizados en el condominio Río Plata.

**Apéndice 2:** Encuesta de procesos críticos para el control de calidad en el condominio Río Plata.

**Apéndice 3:** Respuestas a la encuesta de métodos actuales para la revisión de procesos constructivos realizados en el condominio Río Plata.

**Apéndice 4:** Respuestas a la encuesta de procesos críticos para el control de calidad en el condominio Río Plata.

**Apéndice 5:** Propuesta de herramienta para control de calidad.

**Apéndice 6:** Cuadro de evaluación para la guía de calidad y respuestas de funcionarios.

**Apéndice 7:** Manual para el plan de control de calidad para el condominio Río Plata.

## **Apéndice 1. Encuesta de métodos actuales para la revisión de procesos constructivos realizados en el condominio Río Plata**

**Métodos actuales para revisión de procesos constructivos realizados en el condómino Río Plata**

<b>Nombre:</b>	<b>Cargo dentro de la empresa:</b>	<b>Fecha:</b>	<i>Documento para recolección de información para Trabajo Final de Graduación Álvaro Sancho Pozuelo</i>			
<b><u>Etapa</u></b>	<b><u>Procesos</u></b>	<b><u>Método de revisión / control de calidad</u></b>			<b><u>Indicar que método de medición realiza, que características visuales busca o que documentación consulta.</u></b>	<b><u>¿Hay documentación que respalde la revisión?, si hay, ¿cuál documentación se usó?</u></b>
		<b><u>Medición en campo</u></b>	<b><u>Inspección visual</u></b>	<b><u>Revisión de documentación</u></b>		
<i>Preliminar</i>	Trazo					
<i>Movimientos de tierra</i>	Nivelación y compactación del terreno					
	Zanjeos					
	Instalación de sistema mecánico sanitario					
<i>Cimentaciones</i>	Formaleta de losa					
	Relleno de lastre compactado					
	Armadura de nervaduras					
	Colocación de bastones (refuerzo de pared vertical)					
	Instalación de armadura de columnas					
	Instalación de armadura de pedestales					
	Malla electrosoldada					
Colado de losa						

<i>Paredes / Nivel</i>	Trazo de paredes				
	Pega de bloque de pared				
	Instalación eléctrica en paredes				
	Instalación mecánica en paredes				
	Relleno de celdas de pared				
	Colado de columnas				
<i>Entrepiso</i>	Instalación de cargadores				
	Confección e instalación de armadura de vigas de entrepiso				
	Colocar formaleta				
	Instalación de puntales				
	Instalación de viguetas				
	Colocación de bloques de estereofón				
	Colocación de instalación electromecánica				
	Bastones de refuerzo vertical				
	Malla electrosolada				
	Colado de losa				

<i>Paredes II nivel</i>	Trazo					
	Pega de bloque de pared					
	Instalación eléctrica en paredes					
	Instalación mecánicas en paredes					
	Relleno de celdas de pared					
<i>Viga corona</i>	Instalación de cargadores					
	Colocación de armadura					
	Colocación de encofrado					
	Colado de viga					
<i>Tapicheles y techos</i>	Pega de bloque de pared					
	Colocación de armadura de viga tapichel					
	Encofrado de viga tapichel					
	Estructura metálica de techo					
	Colado de viga tapichel					
	Colocación de láminas de techo y aislante					

<i>Hojalatería e instalación pluvial</i>	Instalación de hojalatería (cubrerías, botaguas, etc)					
	Instalación de canoas					
	Instalación de tubería pluvial					
<i>Repellos</i>	Repellos I nivel					
	Repellos II nivel					
	Repello fachada frontal					
	Repello fachada trasera					
<i>Techado de garaje</i>	Encofrado de armadura de pedestal					
	Instalación de estructura metálica de techo					
	Colado de pedestal					
	Colocación de láminas de policarbonato					
<i>Cielos</i>	Estructura de cielos planta baja					
	Cableado eléctrico cielos planta baja					
	Instalación de conexiones electromecánicas planta alta-baja					
	Estructura de cielos planta alta					
	Cableado eléctricos cielos planta alta					
	Colocación de cielos ambos niveles					142

<i>Acabados</i>	Empastado de paredes				
	Empastado de cielos				
	Sellado de paredes y cielos				
	Repello de pisos				
	Instalación de pisos primera planta				
	Instalación de pisos segunda planta				
	Enchapes de escaleras				
	Enchape de baños				
	Instalación de puertas				
	Instalación de ventanas				
	Primera mano de pintura				
	Instalación de muebles fijos				
	Instalación de acabados eléctricos				
	Instalación de losa sanitaria				
	Instalación de grifería				
Segunda mano de pintura					
Zacate					143

## **Apéndice 2. Encuesta de procesos críticos para el control de calidad en el condominio Río Plata**

**Encuesta de procesos o actividades críticas para control de calidad en el condómino Río Plata**

<b>Nombre:</b>	<b>Cargo dentro de la empresa:</b>			<b>Fecha:</b>	Documento para recolección de información para Trabajo Final de Graduación Álvaro Sancho Pozuelo
<u>Etapa</u>	<u>Procesos</u>	<u>Nivel de prioridad para el control de calidad</u>			<u>A su criterio, cuales actividades o procesos considera críticos para ser revisados en un proceso de control de calidad.</u>
		<u>Alto</u>	<u>Intermedio</u>	<u>Bajo</u>	
<i>Preliminar</i>	Trazo				
<i>Movimientos de tierra</i>	Nivelación y compactación del terreno				
	Zanjeos				
	Instalación de sistema mecánico sanitario				
<i>Cimentaciones</i>	Formaleta de losa				
	Relleno de lastre compactado				
	Armadura de nervaduras				
	Colocación de bastones (refuerzo de pared vertical)				
	Instalación de armadura de columnas				
	Instalación de armadura de pedestales				
	Malla electrosoldada				145
	Colado de losa				

<i>Paredes I nivel</i>	Trazo de paredes				
	Pega de bloque de pared				
	Instalación eléctrica en paredes				
	Instalación mecánica en paredes				
	Relleno de celdas de pared				
	Colado de columnas				
<i>Entrepiso</i>	Instalación de cargadores				
	Confección e instalación de armadura de vigas de entrepiso				
	Colocar formaleta				
	Instalación de puntales				
	Instalación de viguetas				
	Colocación de bloques de estereofón				
	Colocación de instalación electromecánica				
	Bastones de refuerzo vertical				
	Malla electrosolada				
	Colado de losa				146

<i>Paredes II nivel</i>	Trazo				
	Pega de bloque de pared				
	Instalación eléctrica en paredes				
	Instalación mecánicas en paredes				
	Relleno de celdas de pared				
<i>Viga corona</i>	Instalación de cargadores				
	Colocación de armadura				
	Colocación de encofrado				
	Colado de viga				
<i>Tapicheles y techos</i>	Pega de bloque de pared				
	Colocación de armadura de viga tapichel				
	Encofrado de viga tapichel				
	Estructura metálica de techo				
	Colado de viga tapichel				
	Colocación de láminas de techo y aislante				

<i>Hojalateria e instalacion pluvial</i>	Instalación de hojalatería (cubrerías, botaguas, etc)				
	Instalación de canoas				
	Instalación de tubería pluvial				
<i>Repellos</i>	Repellos I nivel				
	Repellos II nivel				
	Repello fachada frontal				
	Repello fachada trasera				
<i>Techado de garaje</i>	Encofrado de armadura de pedestal				
	Instalación de estructura metálica de techo				
	Colado de pedestal				
	Colocación de láminas de policarbonato				
<i>Cielos</i>	Estructura de cielos planta baja				
	Cableado eléctrico cielos planta baja				
	Instalación de conexiones electromecánicas planta alta-baja				
	Estructura de cielos planta alta				
	Cableado eléctricos cielos planta alta				148
	Colocación de cielos ambos niveles				

<i>Acabados</i>	Empastado de paredes				
	Empastado de cielos				
	Sellado de paredes y cielos				
	Repello de pisos				
	Instalación de pisos primera planta				
	Instalación de pisos segunda plata				
	Enchapes de escaleras				
	Enchape de baños				
	Instalación de puertas				
	Instalación de ventanas				
	Primera mano de pintura				
	Instalación de muebles fijos				
	Instalación de acabados eléctricos				
	Instalación de losa sanitaria				
	Instalación de grifería				
	Segunda mano de pintura				149
Zacate					

**Apéndice 3. Respuestas a la encuesta de métodos actuales para la  
revisión de procesos constructivos realizados en el condominio Río  
Plata**

**Métodos actuales para revisión de procesos constructivos realizados en el condómino Río Plata**

<b>Nombre:</b> Ronald Jiménez J	<b>Cargo dentro de la empresa:</b> Ingeniero residente	<b>Fecha:</b> 25/3/2025	<b>Documento para recolección de información para Trabajo Final de Graduación</b> Alvaro Sancho Pozuelo			
<b>Etapas</b>	<b>Procesos</b>	<b>Método de revisión / control de calidad</b>			<b>Indicar que método de medición realiza, que características visuales busca o que documentación consulta</b>	<b>¿Hay documentación que respalde la revisión?, si hay, ¿cuál documentación se usó? en general, solo se consultan los planos y algunas que otra ficha técnica de algún material en caso de ser necesario</b>
		<b>Medición en campo</b>	<b>Inspección visual</b>	<b>Revisión de documentación</b>		
Preliminar	Trazo		x		Mediciones de algunos ejes para corroborar distancias	planos
Movimientos de tierra	Nivelación y compactación del terreno		x		inspeccion visual	
	Zanjeos		x		inspeccion visual	
	Instalación de sistema mecánico sanitario	x			se verifica la pendiente adecuada	planos
Cimentaciones	Formaleta de losa		x		tipicamente no se revisa, solo algo visual	
	Relleno de lastre compactado		x		la inspección es solo sentir el lastre firme, se deberían hacer pruebas de compactación	ensayos del material (a veces)
	Armadura de nervaduras	X			diametros y cantides de varilla correctos	
	Colocación de bastones (refuerzo de pared vertical)		X		que se vea parejo	
	Instalación de armadura de columnas	X			diametros y distancias correctas	
	Instalación de armadura de pedestales	X			medicion conforme planos	
	Malla electrosoldada		X		visual	
	Colado de losa	X			ensayos de resistencia del concreto	

<i>Paredes / nivel</i>	Trazo de paredes	X		X	se verifica con medidas del plano	planos
	Pega de bloque de pared		X		verificacion del aplomado, del nivel y del mortero	
	Instalación eléctrica en paredes		X		inspeccion visual	
	Instalación mecánica en paredes		X		inspeccion visual	
	Relleno de celdas de pared		X		inspeccion visual	
	Colado de columnas		X		visual	
<i>Entrepiso</i>	Instalación de cargadores	X	X		visual	
	Confección e instalación de armadura de vigas de entrepiso	X	X		visual	
	Colocar formaleta		X		visual	
	Instalación de puntales	X	X		inspeccion visual	
	Instalación de viguetas	X			distribucion conforme planos	se usa el plano de taller del fabricante
	Colocación de bloques de estereofón		X		que no hayan huecos y se vea en buena condición	
	Colocación de instalación electromecánica	X	X		pruebas de presión en las tuberías y verificacion de salidas	
	Bastones de refuerzo vertical		X		que se vea uniforme	
	Malla electrosolada		X		visual, medición de diámetros	
	Colado de losa	X			visual y pruebas de concreto	

<i>Paredes II nivel</i>	Trazo	X		X	medicion conforme planos	planos
	Pega de bloque de pared		X		bloque bien puesto, sizas bien hechas	
	Instalación eléctrica en paredes		X		cantidad de salidas	
	Instalación mecánicas en paredes		X		cantidad de salidas	
	Relleno de celdas de pared		X		relleno uniforme	
<i>Viga corona</i>	Instalación de cargadores		X		piezas bien puestas	
	Colocación de armadura		X		armadura conforme planos	
	Colocación de encofrado		X		cantidad de refuerzos suficientes	
	Colado de viga		X		que quede uniforme	
<i>Tapicheles y techos</i>	Pega de bloque de pared		X		bloque bien puesto, sizas bien hechas	
	Colocación de armadura de viga tapichel		X		igual que en viga corona	
	Encofrado de viga tapichel		X		igual que en viga corona	
	Estructura metálica de techo		X		cantidad de perfiles suficientes conforme las pendientes del plano	
	Colado de viga tapichel		X		igual que en viga corona	
	Colocación de láminas de techo y aislante		X		laminas en buen estado, traslapes correctos	

<i>Hojalateria e instalacion pluvial</i>	Instalación de hojalateria (cubrerías, botaguas, etc)		X		buen estado del elemento y del sellado	
	Instalación de canoas		X		buen estado del elemento y del sellado	
	Instalación de tubería pluvial		X		solo se revisa que los coloquen	
<i>Repellos</i>	Repellos I nivel	X			estado de material, nivel del repello	
	Repellos II nivel	X			estado de material, nivel del repello	
	Repello fachada frontal	X			estado de material, nivel del repello	
	Repello fachada trasera	X			estado de material, nivel del repello	
<i>Techado de garaje</i>	Encofrado de armadura de pedestal		X		buen aspecto	
	Instalación de estructura metálica de techo		X		distribución conforme planos	
	Colado de pedestal		X		buen aspecto	
	Colocación de láminas de policarbonato		X		laminas en buen estado sin bordes salidos y sellados	
<i>Cielos</i>	Estructura de cielos planta baja		x		distribucion correcta y cantidad de soportes adecuados	
	Cableado eléctrico cielos planta baja		x		no se revisa mayor tema	
	Instalación de conexiones electromecánicas planta alta-baja		x		no se revisa mayor tema	
	Estructura de cielos planta alta		x		igual que en primera planta	
	Cableado electricos cielos planta alta		x		cantidad de tornillos adecuada y laminas en buen estado	
	Colocación de cielos ambos niveles		x		cantidad de tornillos adecuada y laminas en buen estado	

Acabados	Empastado de paredes		X	que quede liso
	Empastado de cielos		X	que quede liso
	Sellado de paredes y cielos		X	que sea uniforme
	Repello de pisos		X	se verifica el nivel
	Instalación de pisos primera planta		X	que las piezas no estén quebradas, no tenga desnivel
	Instalación de pisos segunda planta		X	igual que en primera planta
	Enchapes de escaleras		X	igual que pisos
	Enchape de baños		X	igual que pisos, además se verifica la distribución según lo pidió el cliente
	Instalación de puertas		X	llavines funcionado, puerta que cierre bien y marco en buen estado
	Instalación de ventanas		X	que estén selladas y sin defectos en el material
	Primera mano de pintura		X	no se revisa mayor tema
	Instalación de muebles fijos		X	se revisa a detalle que todo funciones, puertas, bisagras, que la melamina esté bien, los sellos, etc
	Instalación de acabados eléctricos		X	tomas y luces bien pegadas y nivelados, buen aspecto
	Instalación de losa sanitaria		X	que funcione adecuadamente y no tenga defectos
	Instalación de grifería		X	que funcione adecuadamente con el flujo
	Segunda mano de pintura		X	que esté uniforme y no se vea ninguna mancha
	Zacate		X	no se revisa

**RONALD ALBERTO JIMENEZ JIMENEZ (FIRMA)**  
 Firmado digitalmente por RONALD ALBERTO JIMENEZ JIMENEZ (FIRMA)  
 Fecha: 2025.03.28 15:02:02 -06'00'

Métodos actuales para revisión de procesos constructivos realizados en el condómino Río Plata

Nombre: <b>Karol Pereira</b>		Cargo dentro de la empresa: <b>Ing. Residente</b>		Fecha: <b>23-3-25</b>		Documento para recolección de información para Trabajo Final de Graduación Álvaro Sancho Pozuelo	
Etapa	Procesos	Método de revisión / control de calidad			Indicar que método de medición realiza, que características visuales busca o que documentación consulta	¿Hay documentación que respalde la revisión? si hay, ¿cuál documentación se usó?	
		Medición en campo	Inspección visual	Revisión de documentación			
Preliminar	Trazo	X			Cinta	No, Bitacora	
Movimientos de tierra	Nivelación y compactación del terreno	X	X		Inspección y supervisión del Man Tierras	Bitacora	
	Zanjeos		X			Fotos - Bitacora	
	Instalación de sistema mecánico sanitario	X			Comparación sitio vs Planos	Fotos - Bitacora	
Cimentaciones	Formaleta de losa		X		se inspecciona cantidad de Formaleta		
	Relleno de lastre compactado	X	X		Supervisión proceso		
	Armadura de nervaduras	X		X	Verificado según Planos		
	Colocación de bastones (refuerzo de pared vertical)	X		X	Verificado con Planos		
	Instalación de armadura de columnas		X		Supervisión de proceso		
	Instalación de armadura de pedestales		X		Supervisión de proceso		
	Malla electrosoldada		X		Supervisión de calidad		
	Colado de losa	X	X		se verifica que este en acero, formaleta y plastico o asfalto, con vibrado		

Paredes 1 nivel	Trazo de paredes		X		Nivel revisión ejes	
	Pega de bloque de pared	X			revisión de frague	
	Instalación eléctrica en paredes	X			revisión con planos	
	Instalación mecánica en paredes	X	X		revisión con planos	
	Relleno de celdas de pared	X			inspección de concreto y colocación	
	Colado de columnas	X			supervisión del proceso	
Entrepiso	Instalación de cargadores		X		inspección	
	Confección e instalación de armadura de vigas de entepiso	X			inspección con planos	
	Colocar formaleta		X		inspección	
	Instalación de puntales		X		supervisión del proceso	
	Instalación de viguetas		X		supervisión que no se coliguo se colocaron a nivel de celdas	
	Colocación de bloques de estereofón		X		supervisión de colocación	
	Colocación de instalación electromecánica	X	X		según planos	
	Bastones de refuerzo vertical	X	X		según planos	
	Malla electrosolada	X	X		según plano	
	Colado de losa	X	X		concreto y colocación	

Paredes II nivel	Trazo		X		revisión de ejes	
	Pega de bloque de pared	X			Nivelado	
	Instalación eléctrica en paredes	X			según planos	
	Instalación mecánicas en paredes	X	X		según planos	
	Relleno de celdas de pared	X	X		Concreto vibrado	
Viga corona	Instalación de cargadores		X		revisión de altura	
	Colocación de armadura		X		distribución de acero OK	
	Colocación de encofrado		X		Supervisión de huecos y amarros	
	Colado de viga	X	X		Supervisión	
Tapicheles y techos	Pega de bloque de pared		X		inspección de gisa	
	Colocación de armadura de viga tapichel	X	X		según planos	
	Encofrado de viga tapichel		X		inspección de amarros	
	Estructura metálica de techo	X	X		Montación, e square, soldados	
	Colado de viga tapichel	X	X		buen vibrado	
	Colocación de láminas de techo y aislante		X		inspección visual	

Hojalatería e instalación pluvial	Instalación de hojalatería (cubrerías, botaguas, etc)	X	X		Correcta colocación y dimensiones	//
	Instalación de canoas	X	X		Bien hechas y dimensiones OK	//
	Instalación de tubería pluvial		X		Según planos	//
Repellos	Repellos I nivel		X		No zonas sin repellos, Nivel	//
	Repellos II nivel		X		//	//
	Repello fachada frontal		X		//	//
	Repello fachada trasera		X		//	//
Techado de garaje	Encofrado de armadura de pedestal		X		Inspección visual	//
	Instalación de estructura metálica de techo	X	X		Alineado, soldadura, Armadura	//
	Colado de pedestal	X	X		Supervisión	//
	Colocación de láminas de policarbonato	X	X		No perforaciones	//
Cielos	Estructura de cielos planta baja	X	X		Bien colocada	//
	Cableado eléctrico cielos planta baja		X		Planos	//
	Instalación de conexiones electromecánicas planta alta-baja	X			Verificación planos	//
	Estructura de cielos planta alta		X		Bien colocados	//
	Cableado eléctricos cielos planta alta	X	X		Verificación Planos	//
	Colocación de cielos ambos niveles		X		Bien colocados,	//

Acabados	Empastado de paredes		X		No juntas	
	Empastado de cielos		X		No juntas	
	Sellado de paredes y cielos		X		verificación de Productos, <sup>colocación</sup>	
	Repello de pisos	X			Nivelación	
	Instalación de pisos primera planta		X		No cuñas ni picas	
	Instalación de pisos segunda planta		X		No cuñas ni picas	
	Enchapes de escaleras		X		No cuñas ni picas	
	Enchape de baños		X		No desniveles o gubarduras	
	Instalación de puertas		X		sin raspones, funcionalidad llaves	
	Instalación de ventanas		X		Borde limpio, sin barbijos o rayones	
	Primera mano de pintura		X		imperfecciones, suciedad	
	Instalación de muebles fijos		X	X	Según los planos	
	Instalación de acabados eléctricos		X	X	bien colocados	
	Instalación de losa sanitaria	X			Filtraciones	
	Instalación de grifería	X			Filtraciones	
	Segunda mano de pintura		X		que no se note el rasillo	
Zacate		X		Zacate vivo y verde		

## **Apéndice 4. Respuestas a la encuesta de procesos críticos para el control de calidad en el condominio Río Plata**

**Encuesta de procesos o actividades críticas para control de calidad en el condómino Río Plata**

Nombre: <i>Karel Pereira</i>		Cargo dentro de la empresa: <i>Ing de Proyecto</i>			Fecha: <i>28-03-25</i>	Documento para recolección de información para Trabajo Final de Graduación <i>Álvaro Sancho Pozuelo</i>
Etapa	Procesos	Nivel de prioridad para el control de calidad			A su criterio, cuales actividades o procesos considera críticos para ser revisados en un proceso de control de calidad.	
		Alto	Intermedio	Bajo		
<i>Preliminar</i>	<i>Trazo</i>	<input checked="" type="checkbox"/>			<i>Inspección de niveles con topografía</i>	
<i>Movimientos de tierra</i>	<i>Nivelación y compactación del terreno</i>	<input checked="" type="checkbox"/>			<i>Pruebas de compactación</i>	
	<i>Zanjeos</i>		<input checked="" type="checkbox"/>		<i>Dimensiones y profundización</i>	
	<i>Instalación de sistema mecánico sanitario</i>	<input checked="" type="checkbox"/>			<i>Calibre de tuberías y ubicación</i>	
<i>Cimentaciones</i>	<i>Formaleta de losa</i>		<input checked="" type="checkbox"/>		<i>Amarras, posibles fugas</i>	
	<i>Relleno de lastre compactado</i>		<input checked="" type="checkbox"/>		<i>Pruebas de compactación</i>	
	<i>Armadura de nervaduras</i>	<input checked="" type="checkbox"/>			<i>Inspección de distribución de acero y calibre</i>	
	<i>Colocación de bastones (refuerzo de pared vertical)</i>			<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Inspección visual</i>	
	<i>Instalación de armadura de columnas</i>	<input checked="" type="checkbox"/>			<i>Amarras y colocación</i>	
	<i>Instalación de armadura de pedestales</i>			<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Amarras y colocación</i>	
	<i>Malla electrosoldada</i>		<input checked="" type="checkbox"/>		<i>Colocación</i>	
	<i>Colado de losa</i>	<input checked="" type="checkbox"/>			<i>Pruebas al cacerío</i>	

Paredes / nivel	Trazo de paredes		x		verificación de niveles y finidos
	Pega de bloque de pared		x		Sisa y domo [Unid]
	Instalación eléctrica en paredes		x		ubicación según planos y calibre
	Instalación mecánica en paredes		x		ubicación según planos y calibre
	Relleno de celdas de pared			x	que no se hagan grupos
	Colado de columnas	x			Control resistencia
Entrepiso	Instalación de cargadores		x		inspección de albañil
	Confección e instalación de armadura de vigas de entrepiso	x			verificar distribución y acero en planos
	Colocar formaleta		x		Amovras o posibles fugas
	Instalación de puntales	x			Seguridad
	Instalación de viguetas	x			distribución con planos y seguridad
	Colocación de bloques de estereofón			x	seguridad
	Colocación de instalación electromecánica	x			inspección colocación
	Bastones de refuerzo vertical			x	inspección colocación
	Malla electrosoldada		x		Colocación
	Colado de losa	x			control de calidad

Paredes II nivel	Trazo		X		límites
	Pega de bloque de pared		X		SEAS, celdas no agujadas
	Instalación eléctrica en paredes		X		inspección
	Instalación mecánicas en paredes		X		inspección
	Relleno de celdas de pared			X	vibrado, celdas rellenas hasta la primera fila
Viga corona	Instalación de cargadores		X		Alturas, niveles
	Colocación de armadura	X			inspección
	Colocación de encofrado		X		inspección
	Colado de viga	X			Cilindros de concreto
Tapicheles y techos	Pega de bloque de pared	X			SEAS: nivel, domo
	Colocación de armadura de viga tapichel	X			Supervisión
	Encofrado de viga tapichel		X		Amarras, posibles huecos o juntas
	Estructura metálica de techo	X			Calibre y soldadura, niveles
	Colado de viga tapichel	X			Cilindros de concreto
	Colocación de láminas de techo y aislante		X		Perforaciones, inspección

Hojalatería e instalación pluvial	Instalación de hojalatería (cubrerías, botaguas, etc)			X	No fugas, Pruebas con agua
	Instalación de canoas			X	Pruebas de fugas y niveles
	Instalación de tubería pluvial			X	Prueba S
Repellos	Repellos I nivel			X	Inspección visual
	Repellos II nivel			X	Inspección visual
	Repello fachada frontal			X	Inspección visual
	Repello fachada trasera			X	Inspección visual
Techado de garaje	Encofrado de armadura de pedestal		X		Armas y Inspección
	Instalación de estructura metálica de techo		X		Inspección de calibre y soldadura
	Colado de pedestal		X		Inspección
	Colocación de láminas de policarbonato		X		Inspección de reparaciones
Cielos	Estructura de cielos planta baja	X			Inspección visual
	Cableado eléctrico cielos planta baja		X		Inspección visual
	Instalación de conexiones electromecánicas planta alta-baja	X			Inspección con planos
	Estructura de cielos planta alta	X			Inspección visual
	Cableado eléctricos cielos planta alta		X		Inspección con planos
	Colocación de cielos ambos niveles		X		Inspección visual

Acabados	Empastado de paredes		X		Inspección
	Empastado de cielos		X		Inspección Visual
	Sellado de paredes y cielos			X	Inspección
	Repello de pisos		X		Niveles
	Instalación de pisos primera planta	X			Niveles, picas, sisas
	Instalación de pisos segunda planta	X			Niveles, picas, sisas
	Enchapes de escaleras	X			Fragua, picas
	Enchape de baños	X			Fragua u Picas
	Instalación de puertas		X		Picas, llaves, aseguración
	Instalación de ventanas		X		Presentación, Soplador, filtraciones
	Primera mano de pintura			X	Inspección Visual
	Instalación de muebles fijos		X		Cebado, gyes, rayones
	Instalación de acabados eléctricos		X		Presentación y funcionamiento
	Instalación de losa sanitaria	X			Cebación, Presentación y funcionamiento
	Instalación de grifería	X			Funcionamiento y Presentación
	Segunda mano de pintura		X		Inspección Visual
	Zacate			X	Inspección Visual, verde no seco sin hierbas

## **Apéndice 5. Propuesta de herramienta para control de calidad**

## Cuadro de revisión de etapas constructivas

Etapa:	Preliminar	Fecha de revisión		Nombre del encargado	
Proceso:	Criterio(s) para aceptación de proceso	Condición del proceso			
Trazo		Aceptado	Rechazado	Sin revisar	
	1. Las dimensiones del trazo fueron realizadas acuerdo a lo solicitado en planos.				
	2. Las hiladas del trazo que formen un ángulo perpendicular al anclaje y/u otras hiladas de trazo deben de ser verificadas con escuadra.				
	3. El trazo se encuentra alineado a la hilada o puntos de referencia.				
Observaciones:					

Cuadro de revisión de etapas constructivas					
Etapa:	Preliminar	Fecha de revisión		Nombre del encargado	
Proceso:	Criterio(s) para aceptación de proceso	Condición del proceso			
		Aceptado	Rechazado	Sin revisar	
Nivelación y compactación del terreno	1.El terreno debe estar limpio de material orgánico y desechos antes de comenzar la nivelación.				
	2. El Nivelado fue realizado acuerdo a lo solicitado en planos con respecto a pendientes y niveles requeridos.				
	3.El terreno fue alineado a lo requerido en el trazo.				
	4.El proceso de compactación cumple con los requisitos de <b>la ficha de compactaciones.</b>				
Observaciones:					
Excavaciones	1.Las excavaciones no pueden ser utilizadas si el suelo contiene exceso de material orgánico, desechos o material de relleno no apropiado				
	2.Las dimensiones de la excavación cumplen con las dimensiones requeridas en planos, respetando el rango de profundidad aceptable de 0.8m a 1.5m.				
	3.El nivelado fue realizado acuerdo a lo solicitado en planos con respecto a pendientes y niveles requeridos.				
	4.Las excavaciones fueron alineadas a lo requerido en el trazo.				
Observaciones:					
Instalación de sistema mecánico sanitario	1. Las tuberías se encuentran ubicadas según lo requerido en los planos.				
	2.Las tuberías están niveladas según lo requerido en pendientes por los planos.				
	3. La tubería cumple con los requisitos de la ficha de <b>instalaciones electromecánicas.</b>				
Observaciones:					

Cuadro de revisión de etapas constructivas					
Etapa:	cimentaciones	Fecha de revisión		Nombre del encargado	
Proceso:	Criterio(s) para aceptación de proceso	Condición del proceso			
		Aceptado	Rechazado	Sin revisar	
Formaleta de losa	La formaleta cumple con lo requerido en la <b>ficha de encofrados.</b>				
Observaciones:					
Relleno de lastre compactado	La compactación del lastre cumple con los requisitos de la <b>ficha de compactaciones.</b>				
Observaciones:					
Armadura de placas	1. Las dimensiones, ubicación y número de varilla cumplen con lo requerido en planos.				
	2. La armadura cumple con los requisitos de la <b>ficha de acero de refuerzo</b>				
	3. Las placas cumple con los requisitos de la <b>ficha de placas corridas.</b>				
Observaciones:					
Instalación de armadura de columnas	1. Las dimensiones, ubicación y número de varilla cumplen con lo requerido en planos.				
	2. La armadura de la columna no presenta desplome.				
	3. La armadura cumple con los requisitos de la <b>ficha de acero de refuerzo.</b>				
	4. La armadura cumple con los requisitos de la <b>ficha de columnas.</b>				
Observaciones:					
Malla electrosoldada	1. Las dimensiones, ubicación y número de varilla cumplen con lo requerido en planos.				
	2. La armadura cumple con los requisitos de la <b>ficha de acero de refuerzo.</b>				
Observaciones:					
Colado de losa	El concreto de la losa cumple con los requisitos de la <b>ficha de concretos.</b>				
Observaciones:					

Cuadro de revisión de etapas constructivas					
Etapa:	Entrepiso	Fecha de revisión		Nombre del encargado	
Proceso:	Criterio(s) para aceptación de proceso	Condición del proceso			
		Aceptado	Rechazado	Sin revisar	
Instalación de cargadores	1.Los cargadores deben de estar alineados a la altura requerida donde se ubicarán los componentes del entrepiso.				
	2.Los cargadores deben de estar nivelados de tal forma que de una superficie plana y uniforme donde sentar los elementos del entrepiso.				
	3.Los componentes de los cargadores no presentan daños o fallas en su estructura.				
Observaciones:					
Confección e instalación de armadura de vigas de entrepiso	1.Las dimensiones, ubicación y número de varilla cumplen con lo requerido en planos.				
	2.La armadura cumple con los requisitos de la <b>ficha de acero de refuerzo.</b>				
	3.La armadura cumple con los requisitos de la <b>ficha de vigas.</b>				
Observaciones:					
Colocar formaleta	La formaleta cumple con lo requerido en la <b>ficha de encofrados.</b>				
Observaciones:					
Instalación de puntales	1.Los puntales están distribuidos de tal manera que todo el sistema de encofrado y entrepiso este correctamente soportado.				
	2.Cada puntal esta correctamente ajustado y fijado.				
Observaciones:					
Instalación de viguetas	1.Las dimensiones, ubicación y número de varilla cumplen con lo requerido en planos.				
	2.La armadura cumple con los requisitos de la <b>ficha de acero de refuerzo.</b>				
	3. El concreto de la vigueta cumple con lo requerido en la <b>ficha de concretos.</b>				
Observaciones:					
Colocación de instalación electromecánica	1. Las tuberías se encuentran ubicadas según lo requerido en los planos.				
	2. Las tuberías cumplen con los requisitos de la <b>ficha de instalaciones electromecánicas.</b>				
Observaciones:					
Malla electrosoldada	1.Las dimensiones, ubicación y número de varilla cumplen con lo requerido en planos.				
	2.La armadura cumple con los requisitos de la <b>ficha de acero de refuerzo.</b>				
Observaciones:					
Colado de losa	El concreto de la losa cumple con los requisitos de la <b>ficha de concretos.</b>				
Observaciones:					

Cuadro de revisión de etapas constructivas					
Etapa:	Paredes 1er nivel	Fecha de revisión		Nombre del encargado	
Proceso:	Criterio(s) para aceptación de proceso	Condición del proceso			
		Aceptado	Rechazado	Sin revisar	
Trazo de paredes	1.El trazo ubica la altura (2.6m) y distribución de las paredes requerida por los planos.				
	2.Se verifica la escuadra de las esquinas del trazo.				
Observaciones:					
Pega de bloque de pared	Las paredes cumplen con lo requerido de la <b>ficha de paredes.</b>				
Observaciones:					
Instalación eléctrica en paredes	1.Todas las previstas eléctricas son ubicadas según lo requerido en planos. 2.Las instalaciones cumplen con los requisitos de la <b>ficha de instalaciones electromecánicas.</b>				
Observaciones:					
Instalación mecánica en paredes	1.Todas las previstas mecánicas son ubicadas según lo requerido en planos. 2.Las instalaciones cumplen con los requisitos de la <b>ficha de instalaciones electromecánicas.</b>				
Observaciones:					
Colado de columnas	1.El concreto de la columna cumple con los requisitos de la <b>ficha de concretos</b>				
	2.Las dimensiones cumplen con la <b>ficha de columnas.</b>				
Observaciones:					

## Cuadro de revisión de etapas constructivas

Etapa:	Paredes 2do nivel	Fecha de revisión		Nombre del encargado	
Proceso:	Criterio(s) para aceptación de proceso	Condición del proceso			
		Aceptado	Rechazado	Sin revisar	
Trazo de paredes	1.El trazo ubica la altura (2.6m) y distribución de las paredes requerida por los planos.				
	2.Se verifica la escuadra de las esquinas del trazo.				
Observaciones:					
Pega de bloque de pared	Las paredes cumplen con lo requerido de la <b>ficha de paredes.</b>				
Observaciones:					
Instalación eléctrica en paredes	1.Todas las previstas eléctricas son ubicadas según lo requerido en planos. 2.Las instalaciones cumplen con los requisitos de la <b>ficha de instalaciones electromecánicas.</b>				
Observaciones:					
Instalación mecánica en paredes	1.Todas las previstas mecánicas son ubicadas según lo requerido en planos. 2.Las instalaciones cumplen con los requisitos de la <b>ficha de instalaciones electromecánicas.</b>				
Observaciones:					

## Cuadro de revisión de etapas constructivas

Etapa:	Viga Corona	Fecha de revisión		Nombre del encargado	
Proceso:	Criterio(s) para aceptación de proceso	Condición del proceso			
		Aceptado	Rechazado	Sin revisar	
Instalación de cargadores	1. Los cargadores deben de estar alineados a la altura requerida donde se ubicarán los componentes de la viga.				
	2. Los cargadores deben de estar nivelados de tal forma que de una superficie plana y uniforme donde sentar los elementos de la viga.				
	3. Los componentes de los cargadores no presentan daños o fallas en su estructura.				
Observaciones:					
Colocación de armadura	1. Las dimensiones, ubicación y número de varilla cumplen con lo requerido en planos.				
	2. La armadura cumple con los requisitos de las <b>ficha de acero de refuerzo.</b>				
	3. La armadura cumple con los requisitos de las <b>ficha de viga corona.</b>				
Observaciones:					
Colocación de encofrado	La formaleta cumple con lo requerido en la <b>ficha de encofrados.</b>				
Observaciones:					
Colado de viga	1. El concreto de la viga cumple con los requisitos de las <b>ficha de concretos.</b>				
	2. la viga cumple con los requisitos de la <b>ficha de viga corona.</b>				
Observaciones:					

Cuadro de revisión de etapas constructivas					
Etapa:	Tapicheles y techos	Fecha de revisión		Nombre del encargado	
Proceso:	Criterio(s) para aceptación de proceso	Condición del proceso			
		Aceptado	Rechazado	Sin revisar	
Pega de bloque de pared	1. Las paredes deben respetar la pendiente requerida para el techo.				
	2. Las paredes cumplen con lo requerido de la <b>ficha de paredes.</b>				
Observaciones:					
Colocación de armadura de viga tapichel	1. Las dimensiones, ubicación y número de varilla cumplen con lo requerido en planos.				
	2. La armadura cumple con los requisitos de la <b>ficha de acero de refuerzo.</b>				
Observaciones:					
Encofrado de viga tapichel	La formaleta cumple con lo requerido en la <b>ficha de encofrados.</b>				
Observaciones:					
Estructura metálica de techo	La estructura cumple con los requisitos de la <b>ficha de estructuras metálicas.</b>				
Observaciones:					
Colado de viga tapichel	El concreto de la viga cumple con los requisitos de la <b>ficha de concretos.</b>				
Observaciones:					
Colocación de láminas de techo	1. Las láminas de cubierta deben ser hierro galvanizado #26.				
	2. Las laminas debe tener un traslape mínimo de 20 cm para evitar filtraciones después de su instalación.				
	3. Las laminas deben ser fijadas a la estructura usando tornillos de acero galvanizado para evitar oxidación y con una arandela de neopreno para evitar la filtración de agua.				
	4. Los tornillos deben atornillarse hasta fijar la lámina sin deformar el área alrededor ya que genera posibles filtraciones.				
	5. No deben quedar residuos metálicos encima del techado ya que pueden oxidarse y dañar el material.				
	6. Las laminas deben de estar libre de defectos o daños que comprometan su funcionamiento y acabado.				
Observaciones:					

## Cuadro de revisión de etapas constructivas

Etapa:	Hojalatería e instalación pluvial	Fecha de revisión	Nombre del encargado		
Proceso:	Criterio(s) para aceptación de proceso	Condición del proceso			
		Aceptado	Rechazado	Sin revisar	
Instalación de hojalatería (cubrerías, botaguas, canoas, etc.), y tubería pluvial	1. Todos los componentes (cubrerías, canoas, etc.) deben ser de hierro galvanizado #24.				
	2. Los elementos que estén expuestos a radiación solar deben ser sellados con productos de poliuretano, o resistentes al sol.				
	3. Las cubrerías y demás accesorios deben ser fijados al igual que el techado, usando los tornillos galvanizados y arandelas de neopreno.				
	4. El rango de pendiente recomendada para las canoas es de 3mm x d a 5mm x d donde "d" es el largo de la canoa desde su inicio hasta la boca del bajante en m.				
	5. La distancia entre los ganchos que soportan la canoa debe ser de 50cm.				
	6. La tubería pluvial debe instalarse según lo solicitado en planos.				
	7. Todos los elementos deben de estar libres de daños o deterioros que comprometan su funcionamiento o den un mal acabado.				
Observaciones:					

## Cuadro de revisión de etapas constructivas

Etapa:	Revestimiento	Fecha de revisión	Nombre del encargado		
Proceso:	Criterio(s) para aceptación de proceso	Condición del proceso			
		Aceptado	Rechazado	Sin revisar	
Revestimiento general	1. La superficie donde se aplicará el revestimiento debe estar libre de contaminantes y desechos.				
	2. Las superficies donde se aplique revestimiento deben estar ligeramente húmedas para la adherencia del producto.				
	3. El acabado del revestimiento debe dejar una superficie lisa, sin la presencia de grumos, fisuras o desprendimientos.				
Observaciones:					

## Cuadro de revisión de etapas constructivas

Etapa:	Techado de garaje	Fecha de revisión		Nombre del encargado	
Proceso:	Criterio(s) para aceptación de proceso	Condición del proceso			
		Aceptado	Rechazado	Sin revisar	
Encofrado de armadura de pedestal	La formaleta cumple con lo requerido en la <b>ficha de encofrados.</b>				
Observaciones:					
Instalación de estructura metálica de techo	La estructura cumple con los requisitos de la <b>ficha de estructuras metálicas.</b>				
Observaciones:					
Colado de pedestal	El concreto de la viga cumple con los requisitos de la <b>ficha de concretos.</b>				
Observaciones:					
Colocación de laminas de policarbonato	1. Las laminas deben instalarse de manera que las celdas del laminado queden en sentido a la pendiente de la cubierta.				
	2. De requerir atornillado, el tornillo debe ser de punta broca y no debe atornillarse más allá de la superficie de la lámina para evitar deformarla.				
	3. La lámina debe instalarse con la cara que posee resistencia UV viendo hacia el sol.				
Observaciones:					

Cuadro de revisión de etapas constructivas				
Etapa:	Cielos	Fecha de revisión		Nombre del encargado
Proceso:	Criterio(s) para aceptación de proceso	Condición del proceso		
		Aceptado	Rechazado	Sin revisar
Estructura de cielos planta baja	La estructura deberá respetar la altura de 2.6m para las habitaciones y estar elaborada de perfiles HG tipo "stud". La altura mínima permitida es 2.4m.			
Observaciones:				
Cableado eléctrico cielos planta baja	1. El cableado debe instalarse según lo requerido en planos.			
	2.Las tuberías cumplen con los requisitos de la <b>ficha de instalaciones electromecánicas.</b>			
Observaciones:				
Instalación de conexiones electromecánicas planta alta-baja	1. El sistema mecánico, sanitario y eléctrico debe instalarse según lo requerido en planos			
	2.Las tuberías cumplen con los requisitos de la <b>ficha de instalaciones electromecánicas.</b>			
Observaciones:				
Estructura de cielos planta alta	La estructura deberá respetar la altura de 2.6m para las habitaciones y estar elaborada de perfiles HG tipo "stud". La altura mínima permitida es 2.4m.			
Observaciones:				
Cableado eléctricos cielos planta alta	1. El cableado debe instalarse según lo requerido en planos.			
	2.Las tuberías cumplen con los requisitos de la <b>ficha de instalaciones electromecánicas.</b>			
Observaciones:				
Colocación de cielos ambos niveles	1.No se pueden utilizar laminas que fueron expuestas al ambiente, defectos o que sufrieran deflexiones.			
Observaciones:				

Cuadro de revisión de etapas constructivas				
Proceso:	Criterio(s) para aceptación de proceso	Condición del proceso		
		Aceptado	Rechazado	Sin revisar
Revestimiento de cielos y paredes	1.La superficie debe estar libre de suciedad antes de aplicar el producto.			
	2.El proceso de lijado solo puede comenzar en superficies donde el revestimiento secó por completo.			
	3.Las superficies propiamente lijadas deben tener un aspecto liso y sin presencia de grumos, desprendimientos o fisuras.			
Observaciones:				
Revestimiento de pisos	1.La superficie donde se aplicará el revestimiento debe estar libre de contaminantes y desechos.			
	2.Las superficies donde se aplique revestimiento deben de estar ligeramente húmedas para la adherencia del producto.			
	3.El acabado del revestimiento debe dejar una superficie lisa, sin la presencia de grumos, fisuras o desprendimientos.			
Observaciones:				
Enchape (pisos,baños y escaleras)	1.La superficie donde se colocará la cerámica debe estar nivelada y limpia para comenzar con el proceso de enchape.			
	2.Las piezas instaladas deben Cumplir con los requisitos estéticos de la vivienda. También deben estar libres de defectos como fisuras, desprendimientos o cambios en el aspecto.			
Observaciones:				

<p>Instalación de puertas</p>	<p>1. Los buques de puerta deben cumplir con las dimensiones requeridas en planos, siempre que se respete las dimensiones mínimas de la normativa que serian una altura mínima de puertas debe ser 2.10m, con un ancho mínimo de 0.9m para zonas habitables o 0.8m para no habitables.</p>			
	<p>2. Las puertas para instalar deben usarse sin presentar los siguientes defectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes o roces en el material de la puerta.</li> <li>• Si es de madera, presentar exposición al agua o humedad. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de cerradura forzados.</li> </ul> </li> <li>• Puertas con evidencia de esfuerzos de compresión, pandeo o flexión</li> </ul>			
<p>Observaciones:</p>				
<p>Instalación de ventanas</p>	<p>1. Los buques de las ventanas deben de cumplir con las dimensiones requeridas, al igual que garantizar una escuadra en las esquinas, un correcto nivelado y buen plomado.</p>			
	<p>2. El marco de la ventana debe estar propiamente nivelado y plomado una vez instalado.</p>			
	<p>3. El diseño de la ventana debe cumplir con los requisitos del propietario, evitando defectos como fisuras y deformaciones en la ventana.</p>			
<p>Observaciones:</p>				

Instalación de muebles fijos	1. Los muebles deben cumplir con los requisitos estéticos de la vivienda			
	<p>2. Los muebles deben ser inspeccionados para ubicar la siguiente serie de defectos y si es tolerable la presencia de ellos:</p> <p>a. Alabeos: Deformación de piezas por la curvatura en cualquier eje de estas. Aceptable según su condición y ubicación</p> <p>b. Albura: Es la parte de una pieza de madera hecha de la capa posterior a la corteza, revisar por presencia de hongos.</p> <p>c. Daños en aristas, no es aceptable en ninguna condición.</p> <p>d. Madera desprendida, no es permitido.</p> <p>e. Grietas o rajaduras, es permisible si el ancho de la fisura es menor a 2mm.</p>			
	Observaciones:			
Instalación de acabados eléctricos	1. Los acabados eléctricos deben satisfacer las necesidades arquitectónicas de la vivienda.			
	2. Los acabados deben de estar libres de daños, erros de funcionamiento o deterioro general.			
	Observaciones:			

Instalación de loza sanitaria y grifería	1. Para la instalación de inodoros y lavamanos, la superficie donde se ubicará debe estar nivelada para estabilidad de ambos elementos.			
	2. Para el sellado del inodoro y el lavamanos se debe utilizar un sellador de silicona.			
	3. Todo accesorio o elemento de grifería deberá ser instalado usando todos los componentes que venían con el kit para asegurar su buen funcionamiento.			
	4. Componentes que tengan que ser enroscados no pueden ser forzados para evitar daños.			
	5. Los sellos deben estar instalados de manera que se eviten filtraciones.			
	6. Las piezas de porcelanato deben estar libre de daños o fisuras que afecten su funcionamiento o estética.			
	Observaciones:			
Pintura	1. Las superficies deben estar libres de suciedad antes de iniciar la pintura, también todo borde entre las superficies a pintar y los elementos que no van pintados deben usar una cinta para evitar propagar pintura.			
	2. La capa de pintura debe quedar con un acabado liso, sin presencia de grumos, manchones o depresiones en la pintura.			
	Observaciones:			

## Fichas de criterios generales

Elemento o proceso constructivo:	Criterio(s) para aceptación de proceso	Condición del proceso		
		Acceptado	Rechazado	Sin revisar
compactaciones.	Tanto el lastre como el suelo base deben ser compactados hasta llegar como mínimo al 95% de la densidad determinada con el ensayo de Proctor Modificado, los resultados de aceptación no pueden tener una desviación estándar mayor 0.6			
Instalaciones electromecánicas.	1. La tubería potable general utilizará tubos de 18mm SDR 13.5, para previstas se utilizará 12mm SDR 13.5. Para la tubería sanitaria se usará PVC SDR 41 de manera general.			
	2. La tubería para las instalaciones electricas usará de manera general tubo Conduit 13mm.			
	3. Sin importar el tipo o propósito de la tubería, los elementos deben ser revisados para comprobar que los tubos cumplen con los requisitos técnicos, como diámetro, y tipo de material. Además, elementos que presenten imperfecciones o daños como fisuras, dobleces o deformaciones serán descartados, esto incluye accesorios para estas tuberías como los codos y uniones.			
Encofrados	1.El encofrado deberá revisarse antes de instalar el acero de refuerzo o el concreto para determinar que las dimensiones del encofrado reflejan las dimensiones requeridas para el elemento a colar.			
	2.Verificar que todos los elementos que van incorporados dentro del elemento además del refuerzo están correctamente ubicados e identificados.			
	3.Las láminas o elementos usados para hacer la formaleta deben estar libre de contaminación antes de montar la estructura y colar.			
	4.Las paredes del encofrado en contacto con concreto deben usar un agente lubricante para ayudar remover las piezas una vez el concreto endurezca.			

Acero de refuerzo	1. El acero de refuerzo a utilizar tiene que ser acero grado 60 o 40, pero solo se permite usar grado 40 si posee un esfuerzo mínimo de fluencia $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$ .			
	<p>2. El acero debe estar libre de corrosión o cualquier sustancia que desmejore u adherencia. Otras imperfecciones a considerar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidación considerable</li> <li>• Irregularidades superficiales</li> <li>• Escamas de laminación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pliegues</li> <li>• Costuras</li> <li>• Costras</li> <li>• Astillas</li> </ul> </li> <li>• Fisuras por contracción o solidificación</li> </ul>			
	3. La tolerancia máxima permitida a la hora de colocar acero de refuerzo en paredes de mampostería es de $\pm 2 \text{ cm}$ .			
	4. Las varillas de refuerzo deberán cumplir con las propiedades de tracción, composición química, y propiedades de doblado según lo requerido para el elemento solicitado, esta información deberá ser entregada por el vendedor del material.			
	5. La tolerancia para la extensión requerida para las varillas de refuerzo de extremo a extremo o de inicio de un doblado al otro es de $\pm 2.5 \text{ cm}$ .			
	6. La tolerancia para la extensión de dobleces de ganchos iguales o menores a 90 grados es de $\pm 2.5 \text{ cm}$ .			
	7. La tolerancia para la extensión de dobleces de ganchos mayores a 90 grados es de $\pm 1.3 \text{ cm}$ .			
	8. La tolerancia para la extensión de los aros en ambos ejes es de $\pm 1.3 \text{ cm}$ .			
	9. En la soldadura de toda pieza de refuerzo no debe haber presencia de grumos y contar con un soldado continuo.			
	10. El traslape de armaduras que lo requieran deben tener como máximo recomendado 30 cm de varilla. Si se excede esta medida, no se realizan cortes para no generar desperdicios de varilla.			

Concretos:	<p>1. En base al propósito o uso del concreto, se requiere que el material alcance una resistencia a la compresión propia para cada caso, los cuales serían:</p> <p>a. Concreto de obra gris <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> (mínimo requerido para concreto estructural).  b. Concreto para relleno de mampostería <math>f'c = 180 \text{ kg/cm}^2</math>.  c. Concreto para viguetas <math>f'c = 350 \text{ kg/cm}^2</math></p>			
	<p>2. El recubrimiento solicitado para todos los elementos en el proyecto es 30mm.</p>			
	<p>3. Para la dosificación del concreto se hacen los siguientes puntos:</p> <p>a. El agregado fino debe consistir en arena natural, fabricada u otro agregado reciclado, en donde el límite pasando el tamiz 200 es un 5% si es sometido al ensayo de granulometría.  b. Procurar que el agregado fino este libre de impurezas orgánicas antes de su uso.  c. Los agregados gruesos deberán consistir en grava, piedra molida, escoria de alto horno u otro agregado reciclado.</p>			
	<p>4. El concreto utilizado debe dar con la resistencia a la compresión requerida en los ensayos de cilindros, donde los resultados no pueden tener un coeficiente de variación mayor a un 2.9%</p>			
	<p>El concreto se encuentra propiamente vibrado si:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El encofrado queda lleno y nivelado hasta el nivel deseado.</li> <li>• Se expulsa todo el aire atrapado.</li> <li>• Todos los elementos que van dentro del elemento quedan completamente rodeados de concreto.</li> <li>• Se logra las características físicas del concreto.</li> </ul>			
	<p>Un curado apropiado del concreto debería contemplan lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El proceso inicia una vez termina el acabado superficial del elemento de concreto.</li> <li>• El agua debe ser vertida sin usar altas presiones para evitar marcar o deformar el concreto fresco.</li> <li>• Para concreto regular se requiere de un proceso de curado de 7 a 10 días o de 3 a 4 días si un concreto de resistencia temprana.</li> </ul>			

Paredes	1. Los bloques deben ser de 13.5x40x20cm.			
	2. Se rellenan todas las celdas que contengan refuerzo vertical.			
	3.El mortero entre bloques de mampostería debe tener un espesor de 0.6cm a 2.5cm.			
	4. Los bloques de concreto deben de tener como mínimo una resistencia a la compresión promedio de 133 kg/cm <sup>2</sup> .			
	5.El espesor de las paredes resistentes a cargas debe ser como mínimo de 12cm.			
	6.Las unidades de mampostería utilizadas deben instalarse en seco.			
	7.No se puede utilizar mortero pasado las 2 horas de haber sido mezclado.			
	8.La superficie de los bloques en contacto con mortero debe estar limpio y libre de sustancias dañinas.			
	9.El mortero de pega debe cubrir toda la superficie en contacto del bloque mampostería.			
	10.Antes de introducir el mortero de relleno, toda celda o espacio de la pared deber limpiado. Además, solo se deben rellenar espacios indicados en planos Para compactar el relleno de las paredes de mampostería se debe realizar con vibración mecánica si la altura del elemento a colar es mayor a 30 cm, si no se puede realizar por envarillado.			
	11. En paredes de mampostería la tolerancia del desplome permitido es de $\pm 1.3$ cm.			
	12. La tolerancia para la desviación de la pared con respecto a su propio trazo es de $\pm 1.3$ cm.			
	13. La tolerancia para la desviación de la pared con respecto a otras paredes o una columna es $\pm 1.3$ cm.			

Estructuras metálicas.	1. Para el techado de la vivienda, las vigas de techo deben ser de tubos de hierro de 100x100x1.8mm. Los clavadores serán de tubo perling 50x100x1.6mm.			
	2. Para el techado del garaje, las columnas y vigas de la estructura deben ser tubos de hierro de 100x100x3.17mm y en el extremo frontal y posterior del marco se usarán tubos de 100m $\varnothing$ x 3.17mm.			
	3. En tubos estructurales circulares, la tolerancia del diámetro exterior será $\pm 0.75\%$ del diámetro especificado.			
	4. En tubos estructurales rectangulares, la tolerancia para las dimensiones exteriores será de $\pm 0.8\text{mm}$ , medido a partir de la dimensión plana mayor del tubo.			
	5. La tolerancia para el espesor de las paredes de los tubos tanto rectangulares como circulares será un $\pm 10\%$ de espesor especificado.			
	6. La tolerancia para el pandeo o rectitud de un tubo será un $\pm 10\text{mm} \times L/5$ , donde L es el largo del tubo estructural instalado.			
	7. En tubos rectangulares, los lados adyacentes tienen que formar $90^\circ$ con una tolerancia de $\pm 2^\circ$ .			
	8. La tolerancia para el radio de las esquinas en tubos rectangulares es de $\pm 3t$ , donde t es el espesor especificado para el elemento.			
	9. La tolerancia para la torsión en tubos rectangulares es de $\pm 1.9\text{mm}$ .			
	10. Todo tubo deberá estar libre de imperfecciones y con un acabado eficiente. En el caso de que aparezcan imperfecciones, serán toleradas si no reducen el espesor requerido en un $33.33\%$ y si pueden ser corregidas con soldadura o esmerilado.			
	11. Otras imperfecciones que no comprometan el espesor del tubo pero si evidencien una falta de calidad podrán ser tolerados si pueden ser corregidos con métodos como el esmerilado o soldadura.			
Placas corridas				
	1. El ancho y espesor mínimo de la placa debe ser 55cm y 20 cm respectivamente.			
	2. El refuerzo de la placa debe utilizar como mínimo 3 varillas #3 como refuerzo longitudinal y aros de varilla #3 a cada 25cm.			
	3. La tolerancia para la desviación horizontal de las cimentaciones que soporten mampostería una vez instaladas es de $\pm 1.5\text{ cm}$ .			
	4. La tolerancia para las variaciones en la superficie de los cimientos es de $\pm 1.3\text{ cm}$ , con respecto al nivel requerido.			

Viga Corona				
	1. Las dimensiones mínimas de elementos confinantes de paredes como las vigas coronas deben ser 12cm x 15cm.			
	2. El refuerzo mínimo de elementos confinantes son cuatro varillas #3 y aros #2 @ 20cm.			
Columnas:	1. Las dimensiones mínimas de elementos confinantes de paredes como las columnas deben ser 12cm x 15cm.			
	2. El refuerzo mínimo de elementos confinantes son cuatro varillas #3 y aros #2 @ 20cm.			
	3. La tolerancia para el desplome de columnas de concreto es de $\pm 2.5$ cm.			
	4. La tolerancia para la desviación horizontal y vertical de las columnas de concreto una vez instaladas es de $\pm 2.5$ cm.			
Vigas:				
	1. La tolerancia para la desviación horizontal y vertical de las vigas de concreto una vez instaladas es de $\pm 2.5$ cm.			

## RESUMEN DE ESPECIFICACIONES EN PLANOS

Etapa o proceso constructivo	Actividad o elemento a evaluar	Parámetro de aceptación
Aspectos generales del concreto de obra	Concreto para obra gris	Resistencia a la compresión $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>
	Concreto para relleno de mampostería	Resistencia a la compresión $f'c = 180$ kg/cm <sup>2</sup>
	Concreto para viguetas	Resistencia a la compresión $f'c = 350$ kg/cm <sup>2</sup>
	Recubrimiento de elementos de concreto	Espesor mínimo de 30mm
Aspectos generales del acero de refuerzo	Acero de refuerzo (GR60)	Las barras corrugadas deben cumplir con la ASTM A-615 y ser grado 60
	Acero de refuerzo intermedio (GR40)	Cumplir con esfuerzo mínimo de fluencia $f_y = 2800$ kg/cm <sup>2</sup>
Cimentaciones	Lastre compactado	El lastre debe ser compactado al 95% del Proctor modificado
	Armadura de placa corrida PC-1	4 varillas #3 con aros de 5.5mm @15cm
		La sección transversal debe ser de 20x40cm
	Armadura de placa corrida PC-2	4 varillas #3 con aros de 5.5mm @15cm
		La sección transversal debe ser de 20x60cm
	Columnas	4 varillas #3 con aros de #3 @15cm
Dimensiones de 15x40cm, h=2.60m		
Malla electrosoldada (fundación)	La malla debe ser de varilla #3 @250mm	

Paredes	Trazo de pared	Altura de paredes h=2.60m
	Bloques	Los bloques deben ser de 13.5x40x20cm
	Relleno de celdas	Se rellenan todas las celdas que contengan refuerzo vertical
Instalaciones electromecánicas	Instalación mecánica	Previstas ubicadas según solicitado en planos. Tubería potable general de 18mm SDR 13.5, para previstas 12mm. Para tubería sanitaria se usará PVC SDR 41 de manera general
	Instalación eléctrica	Las previstas deben estar ubicadas según planos, la tubería general debe ser tubo Conduit 13mm
Entrepisos	Armadura de vigas VE-1	4 varillas 7.2mm con aros de 5.5mm @20cm
		La sección transversal debe ser de 13.5x40cm
	Armadura de vigas VE-2	4 varillas #5 con aros de #3 @20cm
		La sección transversal debe ser de 13.5x40cm
	Armadura de vigas VE-3	4 varillas #4 con aros de #3 @20cm
		La sección transversal debe ser de 13.5x40cm
	Armadura de vigas VE-4	5 varillas #3 con aros de 5.5mm @20cm
		La sección transversal debe ser de 13.5x40cm
	Armadura de vigas VE-5	6 varillas #5 con aros de #3 @20cm
		La sección transversal debe ser de 13.5x40cm
	Viguetas de entepiso	Las viguetas deben tener una sección transversal de 5x11.5cm @70cm
	Malla electrosoldada (entepiso)	La malla debe ser de varilla #2 @25cm

Viga Corona	Armadura de viga corona	4 varillas #4 con aros de #3 @15cm
		La sección transversal debe ser de 13.5x40cm
Tapicheles y techos	Viga Tapichel	4 varillas #3 con aros de #3 @15cm
		La sección transversal debe ser de 13.5x30cm
	Estructura de techo	Las vigas de techo deben ser de tubos de hierro de 100x100x1.8mm. Los clavadores serán de perfiles 50x100x1.6mm
	Láminas de techo	Las láminas de cubierta deben ser hierro galvanizado #26
Hojalatería	Materiales de hojalatería	Todos los componentes (cumbreas, canoas, etc.) deben ser de hierro galvanizado #24
Techado de Garaje	Estructura de garaje	Las columnas y vigas de la estructura deben ser tubos de hierro de 100x100x3.17mm y en el extremo frontal y posterior del marco se usarán tubos de 100mØ x 3.17mm
	Cubierta de garaje	Las láminas deben ser de policarbonato
Cielos	Estructura de cielos	La estructura deberá respetar la altura de 2.6m para las habitaciones y estar elaborada de perfiles HG
	Material de Cielos	Los cielos serán elaborados con láminas gypsum

## **Apéndice 6. Cuadro de evaluación para la guía de calidad y respuestas de funcionarios**

## Evaluación de guía de calidad

<b>Nombre:</b>	<b>Fecha:</b>				
<b>Cargo dentro de la empresa:</b>	Documento para recolección de información para Trabajo Final de Graduación Álvaro Sancho Pozuelo				
<b>Etapas evaluadas:</b>					
<b>Aspecto a evaluar</b>	<b>Puntaje</b>				
	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
1. La guía cubre todos los parámetros necesarios para verificar que un proceso se realizó de manera correcta.					
2. La información de los parámetros está redactada de forma comprensiva y fácil de interpretar para realizar la revisión.					
3. La información del cuadro de "resumen de especificaciones en planos" contiene toda la información necesaria para ser utilizado como un punto de referencia.					
4. El formato de la guía es fácil de utilizar y atractivo para los usuarios.					
5. La guía posee buena ortografía y sintaxis.					

## Evaluación de guía de calidad


Nombre: <i>Karel Pereira Cuvarria</i>	Fecha: <i>28-5-25</i>				
Cargo dentro de la empresa: <i>Ing. Residente</i>	Documento para recolección de información para Trabajo Final de Graduación Álvaro Sancho Pozuelo				
Etapa evaluada: <i>Cimentaciones Casa # 03</i>					
Aspecto a evaluar	Puntaje				
	5	4	3	2	1
1. La guía cubre todos los parámetros necesarios para verificar que un proceso se realizó de manera correcta.	<i>X</i>				
2. La información de los parámetros está redactada de forma comprensiva y fácil de interpretar para realizar la revisión.	<i>X</i>				
3. La información del cuadro de "resumen de especificaciones en planos" contiene toda la información necesaria para ser utilizado como un punto de referencia.		<i>X</i>			
4. El formato de la guía es fácil de utilizar y atractivo para los usuarios.	<i>X</i>				
5. La guía posee buena ortografía y sintaxis.	<i>X</i>				

## Evaluación de guía de calidad

Nombre: <i>Karel Pereira Chavarría</i>	Fecha: <i>29-5-25</i>				
Cargo dentro de la empresa: <i>Ing. Residente</i>	Documento para recolección de información para Trabajo Final de Graduación Álvaro Sancho Pozuelo				
Etapas evaluadas: <i>Paredes 1er Nivel # 27</i>					
Aspecto a evaluar	Puntaje				
	5	4	3	2	1
1. La guía cubre todos los parámetros necesarios para verificar que un proceso se realizó de manera correcta.	<i>X</i>				
2. La información de los parámetros está redactada de forma comprensiva y fácil de interpretar para realizar la revisión.	<i>X</i>				
3. La información del cuadro de "resumen de especificaciones en planos" contiene toda la información necesaria para ser utilizado como un punto de referencia.		<i>X</i>			
4. El formato de la guía es fácil de utilizar y atractivo para los usuarios.	<i>X</i>				
5. La guía posee buena ortografía y sintaxis.	<i>X</i>				

Evaluación de guía de calidad					
Nombre:	Munoz Bernolde P.		Fecha:	28-05-25	
Cargo dentro de la empresa:	maestro abor		Documento para recolección de información para Trabajo Final de Graduación Álvaro Sancho Pozuelo		
Etapa evaluada:	acabados # 55				
Aspecto a evaluar	Puntaje				
	5	4	3	2	1
1. La guía cubre todos los parámetros necesarios para verificar que un proceso se realizó de manera correcta.	X				
2. La información de los parámetros está redactada de forma compresiva y fácil de interpretar para realizar la revisión.	X				
3. La información del cuadro de "resumen de especificaciones en planos" contiene toda la información necesaria para ser utilizado como un punto de referencia.	X				
4. El formato de la guía es fácil de utilizar y atractivo para los usuarios.		X			
5. La guía posee buena ortografía y sintaxis.	X				

## **Apéndice 7. Manual para el plan de control de calidad para el condominio Río Plata**

The background of the page is a photograph. The top portion shows a modern, light-colored building with a prominent window and a vertical orange architectural element. The bottom portion shows a paved area with a repeating geometric pattern of grey and brown tiles. A large, solid orange rectangle is overlaid on the left and center of the image, containing the title and author information in white text.

# PLAN DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL CONDOMINIO RÍO PLATA

Documento para el uso de Desarrollos  
Técnicos S.A

Desarrollado por Álvaro Sancho  
Pozuelo

## Instrucciones del plan de calidad

Para el control de calidad de las viviendas del condominio Río Plata se adjuntan las siguientes indicaciones que todo personal involucrado deberá seguir para cumplir con los parámetros establecidos por la empresa, el cliente y la normativa vigente.

### **Supervisión de la obra**

Personal responsable: ingenieros residentes - maestros de obra

1. El personal responsable deberá recorrer diariamente las obras del condominio para observar el desempeño de la mano de obra y los procesos que estén realizando, con el propósito de prevenir sucesos indeseados antes de que estos ocurran.
2. Se debe informar a la mano de obra y contratistas de cualquier observación hecha para corregir o prevenir un incumplimiento futuro.

### **Revisión con la guía de calidad, reporte de no conformidades y propuesta de corrección**

Personal responsable: ingenieros residentes - maestros de obra

1. Según el avance de los procesos, o las etapas de la obra, el personal responsable implementará la guía de control de calidad suministrada para este proceso.
2. Los únicos parámetros para aceptar que un proceso se realizó de forma correcta son los mismos que aparecen en la guía.
3. En caso de que se requiera realizar mediciones para verificar un parámetro, se deberán utilizar las herramientas recomendadas para diversas variables de medición en la tabla ubicada en la **página 5**, si es necesario pueden tomarse fotografías a la medición de la herramienta como parte del respaldo de la revisión.
4. Cada revisión debe ser documentada con la fecha realizada y por quien fue realizado, se recomienda respaldar con imágenes cada proceso revisado.
5. Se recomienda consultar a demás profesionales involucrados en el proceso para considerar su opinión y de esa forma valorar si los procesos se dieron de forma correcta.

6. En caso de que elementos incumplan con los requisitos, se debe generar un reporte de no conformidades, el cual se encuentra en la **página 6** de este documento. Se debe incluir toda a información solicitada de manera precisa.
7. Para solventar el incumplimiento, se debe plantear un proceso de corrección el cual debe aparecer en el reporte de no cumplimiento, incluyendo los recursos y tiempo requerido para realizarlo. No obstante, el proceso que dependerá de su complejidad o tamaño deberá ser aprobado por el director de proyecto.

**Revisión de la propuesta de corrección, revisión del cronograma y presupuesto y proceso de corrección.**

Personal responsable: ingenieros residentes - director de proyectos-maestro de obras

1. El director de proyecto en conjunto a el o los ingenieros residentes deberán revisar la propuesta dada para la corrección de la no conformidad. Evaluando su viabilidad en términos recursos necesarios, tiempo requerido y el efecto que tendría en el presupuesto.
2. En caso de ser necesario, se debe informar al cliente de la vivienda para consultar o informar del proceso que se llevara a cabo. Esto es solo necesario si el personal encargado determina que el proceso conlleva un impacto considerable al presupuesto y avance del proyecto.
3. Con la propuesta aprobada, los responsables de ejecutar el proceso serán los ingenieros residentes en conjunto al maestro de obras. Se deberá informa al personal requerido de manera inmediata para comenzar el proceso de corrección.

**Acción correctiva**

Personal responsable: ingenieros residentes - director de proyectos- maestro de obras

1. Si durante el proceso de revisión e identificación de no conformidades se determina que un elemento a incumplido en varias ocasiones. Se recomienda generar un plan de acción correctiva.
2. Los ingenieros residentes junto al maestros de obras deberán identificar las causas que llevaron a los elementos no conformes, para analizar como solventarlas.
3. El análisis, realizado por los ingenieros residentes, deberá contemplar las características de las causas y determinar la mejor manera de eliminarlas maximizando el beneficio de la empresa.
4. Seguidamente se plantea una propuesta de acción correctiva detallando los pasos para eliminar las causas de las no conformidades, los recursos requeridos para hacerlo, y el tiempo requerido para implementarlo.
5. El director de proyectos, en conjunto con los ingenieros,| procederá a revisar la propuesta para ver si esta es viable según la disponibilidad de recursos que tenga la empresa, de ser necesario se plantearan modificaciones a la propuesta antes de tener la versión final.
6. La acción correctiva es puesta en marcha por los encargados en sitio de los proyectos velando por que cada recurso sea implementado en el proyecto de ahora en adelante. Para esto se debe monitorear la incorporación eficaz de los materiales requeridos, mano de obra y técnicas necesarias

## Herramientas recomendadas

Herramienta	Descripción	Variable recomendada para la herramienta
Nivel de burbuja		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivelado</li> <li>• Plomado</li> <li>• Alineación</li> </ul>
Nivel laser rotativo		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivelado</li> </ul>
Plomo o Plomada de Albañil		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plomado</li> </ul>
Cinta métrica		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones</li> <li>• Alineación</li> </ul>
Escuadra de albañil		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alineación</li> <li>• Escuadra</li> </ul>

## Reporte de no cumplimientos

Reporte de no cumplimientos de las obras en el condominio Río Plata		
<b>1. Información de la vivienda</b>		
Número de casa:	Encargado de la revisión:	Fecha de revisión:
Nombre del cliente de la vivienda:	Contactos de cliente:	
<b>2. Información del no cumplimiento</b>		
Etapa de la obra:	Comentarios / evidencias del no cumplimiento:	
Proceso constructivo:		
No cumplimiento:		
<b>3. Propuesta de corrección:</b>		
Descripción de la propuesta:		
Tiempo requerido para el proceso de corrección:	Encargado de ejecutar el proceso de corrección:	

# Anexos

**Anexo 1:** Cronograma de la empresa para la ejecución de una obra.

## **Anexo 1. Cronograma de la empresa para la ejecución de una obra**

