RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Johan Fernando Páez Rincón Jaime Luis Alvarado Jaimes
FACULTAD	De Ingenierías
PLAN DE ESTUDIOS	Especialización Interventoría de Obras Civiles
DIRECTOR	Esp. Jeison Anwar Rincón Vergel
TÍTULO DE LA TESIS	Seguimiento y control técnico para la construcción de viviendas unifamiliares de tres niveles en el municipio de Ocaña Norte de Santander
TITULO EN INGLES	Monitoring and technical control for the construction of three-level single-family homes in the municipality of Ocaña Norte de Santander.

RESUMEN

El presente documento relaciona los aspectos generales que se deben tener en cuenta a la hora de realizar la supervisión en la construcción de viviendas de 3 niveles, enfocado al seguimiento y control técnico y SST, tomando como punto de referencia la edificación de casas de 3 niveles en el municipio de Ocaña, obteniendo una serie de recomendaciones para el seguimiento de proyectos de viviendas que no cuentan con una supervisión técnica.

RESUMEN EN INGLES

This document relates the general aspects that should be taken into account when supervising the construction of 3-story houses, focused on monitoring and technical control and OSH, taking as a reference point the construction of 3-story houses in the municipality of Ocaña, obtaining a series of recommendations for the monitoring of housing projects that do not have a technical supervision.

PALABRAS CLAVES	Seguimiento, Control Ambiental, concreto reforzado, muro estructural
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Follow-up, Environmental Control, reinforced concrete, structural wall, structural wall

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 126	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 33	CD-ROM:

Seguimiento y control técnico para la construcción de viviendas unifamiliares de tres niveles en el municipio de Ocaña Norte de Santander

Johan Fernando Páez Rincón

Jaime Luis Alvarado Jaimes

Facultad de Ingeniarías, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Especialización de Interventoría en Obras Civiles

Esp. Ing. Jeison Anwar Rincón Vergel

29 de febrero de 2024

Índice

Pág.

Capítulo 1. Seguimiento y control técnico para la construcción de viviendas unifamiliares de tres niveles en el municipio de Ocaña Norte de Santander 10

1.1 Tipo de Monografía 10

1.2 Elección del Tema 10

1.3 Delimitación del Tema 12

1.4 Desarrollo del Argumento 13

1.5 Metodología 15

Capítulo 2. Aspectos Generales de la construcción de viviendas unifamiliares de 3 niveles 17

2.1 Estudios previos y planificación inicial 17

2.1.1 Estudio topográfico 17

2.1.2 Estudio de Suelos 19

2.1.3 Diseño arquitectónico 20

2.1.4 Diseño Estructural 20

2.1.5 Diseño Hidrosanitario 21

2.1.6 Diseño de instalaciones eléctricas 21

2.2 Licencia de Construcción 21

2.2.1 Licencia de construcción en Ocaña Norte de Santander 23

2.3 Etapas de construcción para viviendas de 3 niveles 23

2.3.1 Actividades preliminares y excavaciones 23

2.3.2 Cimentaciones 24

2.3.3 Vigas y Columnas 30

2.3.4 Losa de entrepiso 33

2.3.5 Losa de contrapiso 35
2.3.6 Escaleras 36
2.3.7 Mampostería 37
2.4 Acero de refuerzo 40
2.4.1 Armado de acero de refuerzo 40
2.4.2 Empalmes de acero de refuerzo 43
2.4.3 Ganchos y Longitud de desarrollo 46
2.4.4 Recubrimientos 49
2.5 Instalaciones hidrosanitarias 49
2.6 Cubiertas 51
2.6.1 Pendientes de cubiertas 52
2.6.2 Izaje de tejas 53
2.6.3 Instalación de tejas 54
2.7 Acabados de pintura y fachadas 55
Capítulo 3. Requerimientos normativos necesarios para el control técnico y SST en la construcción de edificaciones de 3 niveles en el municipio de Ocaña 57
3.1 Requerimientos normativos para el control Técnico en construcción de viviendas de 3 niveles 57
3.1.1 Requerimientos normativos para las actividades de estudios y diseños 57
3.1.2 Requerimientos normativos que regulan la licencia de construcción 64
3.1.3 Requerimientos normativos para procesos constructivos 69
3.2 Requerimiento normativos para el control SST, en la construcción de viviendas de 3 niveles 91

3.2.1 Instalaciones eléctricas 91

3.2.2 Trabajo en Alturas 92

3.2.3 Andamios y Escaleras 95

Capítulo 4. Variables de control técnico y SST en los distintos procesos constructivos para la construcción de vivienda de 3 niveles 97

4.1 Seguimiento y control Técnico 97

4.1.1 Cimentaciones 97

4.1.2 Vigas y columnas 98

4.1.3 Construcción de Muros en Mampostería 99

4.1.4 Instalación de morteros 101

4.1.5 Losas de entrepiso 102

4.1.6 Escaleras 105

4.2 Seguimiento y control SST 106

4.2.1 Control de Excavaciones 106

4.2.2 Control de trabajos en Altura 107

Capítulo 5. Recomendaciones de Interventoría privada para el seguimiento, control técnico y SST en la construcción de viviendas unifamiliares de 3 niveles 108

Conclusiones 112

Referencias 114

Listado de figuras

Pág.

Figura 1 Procedimiento Licencia de construcción en Ocaña, NTS 23

Figura 2 Hiladero de Cimentación 24

Figura 3 Zapata concéntrica 25

Figura 4 Zapata medianera 26

Figura 5 Zapata esquinera 26

Figura 6 Plano en planta de configuración de zapatas 27

Figura 7 Esquema Losa de cimentación nervada y maciza 28

Figura 8 Tipos de pilotaje para cimentación 29

Figura 9 Esquema de micropilotes en cimentación con zapatas 30

Figura 10 Proceso constructivo de columnas 32

Figura 11 Proceso constructivo losa de entrepiso en Placa Fácil 33

Figura 12 Construcción de losa de entre piso aligerada en una dirección 34

Figura 13 Construcción losa de contrapiso 35

Figura 14 Esquema de escalera autoportante vs portante 36

Figura 15 Esquema proceso constructivo de muros confinados 38

Figura 16 Dintel en ladrillo armado 39

Figura 17 Dintel en concreto reforzado 39

Figura 18 Verificación Armado de acero de refuerzo para vigas y columnas 41

Figura 19 Posición de estribos en armado de vigas y columnas 42

Figura 20 Esquema de amarre recomendado para traslapos 43

Figura 21 Esquema de traslapos para acero de refuerzo en columnas 44

Figura 22 Esquema básico de traslapos en vigas 45

Figura 23 Esquema de trasmisión de esfuerzo en el gancho de la barra..... 46

Figura 24 Gancho estándar para barras de acero 47

Figura 25 Ubicación de ganchos en conexión de vigas 48

Figura 26 Tuberías en concretos reforzados 51

Figura 27 Izaje de tejas para cubiertas..... 53

Figura 28 Instalación de cubiertas 54

Figura 29 Fijación de tejas para cubierta 55

Figura 30 Uso de andamios para acabados de fachada..... 56

Figura 31 Esquema de espaciamiento del refuerzo en vigas 86

Figura 32 Esquema de riesgo eléctrico 91

Figura 33 Uso de Arnés de cuerpo completo..... 93

Listado de tablas

Pág.

Tabla 1 Numero de sondeos según la categoría de la unidad de construcción 60

Tabla 2 Clasificación de Unidades de construcción por categoría..... 60

Tabla 3 Requisitos mínimo de espaciamientos para soportes de tuberías 62

Tabla 4 Número mínimo de aparatos y grifería para edificaciones residenciales..... 63

Tabla 5 Requisitos de tamaño tipo y molde para muestras de concreto en cilindros..... 76

Tabla 6 Longitud de traslapo para barras a tracción 88

Tabla 7 Longitud de traslapo para barras a compresión 89

Tabla 8 Distancia mínima de seguridad para trabajos cercanos a zonas energizadas..... 92

Tabla 9 Recomendaciones de Interventoría en el sector privado..... 108

Introducción

El seguimiento y control en la construcción de edificaciones, es uno de los factores que garantiza adecuados procesos constructivos en condiciones de calidad y seguridad del personal que labora en obra. Mediante los capítulos presentes en esta investigación, se relacionan parámetros técnicos y SST, para la construcción de este tipo de edificaciones, en donde se hace un compendio de los parámetros normativos aplicables a la construcción de viviendas, así como también se identifican las principales variables de control técnico y SST, estableciendo recomendaciones de interventoría para la supervisión en la construcción de viviendas de 3 niveles.

Resumen

La presente investigación contempla los aspectos generales de la construcción de viviendas de 3 niveles, en donde se relacionan las etapas preliminares necesarias para la planificación y construcción de viviendas, y posteriormente se relacionan los procesos constructivos generales necesarios para este tipo de proyectos. La investigación también relaciona los parámetros normativos más relevantes que se pueden aplicar a la construcción de viviendas de 3 niveles, obteniendo como resultado una serie de variables de seguimiento y control técnico y SST para la construcción de viviendas de 3 niveles, así como también recomendaciones para la supervisión de este tipo de obras, en el Municipio de Ocaña, Norte de Santander.

Capítulo 1. Seguimiento y control técnico para la construcción de viviendas unifamiliares de tres niveles en el municipio de Ocaña Norte de Santander

1.1 Tipo de Monografía

Monografía de compilación, ya que se recopila información de diferentes autores sobre el tema de estudio, para luego poder desarrollar recomendaciones para el seguimiento y control técnico en el enfoque de la Interventoría privada en la edificación de viviendas unifamiliares de 3 niveles.

1.2 Elección del Tema

La construcción de viviendas en el municipio de Ocaña Norte de Santander, es uno de los sectores que ha aumentado su crecimiento deliberadamente en los últimos años, no obstante, muchas de estas nuevas viviendas se han venido realizando por autoconstrucción, sin ninguna supervisión, en donde por lo general incumplen los requisitos mínimos de la norma NSR-10 y la falta de vigilancia por parte de la Alcaldía municipal, produce que muchas de estas viviendas prefieran terminar sus obras para luego dar trámite a la licencia de construcción.

Con relación a la construcción de casas de 3 pisos en Ocaña, la cual se ha venido realizando de manera informal, es importante mencionar que, de acuerdo a la última modificación del Plan de Básico de Ordenamiento Territorial PBOT 2015, se eliminó la

restricción para la altura de edificaciones, lo cual da libre acceso para que cualquier persona pueda construir su vivienda de tres niveles sin restricción alguna. (Guerrero R., 2018).

Una de las variables fundamentales para la construcción de forma idónea es la falta de personal calificado para realizar las obras, ya que según Carcamo y Fernández (2020), en Colombia, la construcción es una de las actividades que presenta un alto índice de informalidad en donde más del 50% de las construcciones son informales, es decir se construyen sin el cumplimiento de licencias y permisos adecuados, empleando materiales sin el control necesario de calidad y sin una supervisión mínima en el proceso constructivo.

Con relación a la seguridad y salud en el trabajo según Carrillo P. (2020), en la construcción el personal puede estar expuesto a diferentes riesgos y peligros que alteran su estado físico y mental, ya que en muchas ocasiones se realizan diferentes actividades simultáneamente sin tener claridad sobre los riesgos a los cuales están expuestos, y para el caso de construcción de viviendas unifamiliares de 3 niveles, hay gran cantidad de riesgos que se deben controlar.

Dado que no se cuenta con una guía de supervisión técnica para la construcción de viviendas unifamiliares que certifique la adecuada construcción de las obras se ve la necesidad de compilar la información necesaria para desarrollar una serie de recomendaciones mínimas en la supervisión de los procedimientos constructivos en la construcción de viviendas de tres niveles, que faciliten al ingeniero, al propietario de la vivienda o al constructor el mejor control de calidad posible.

El objetivo principal del desarrollo de la investigación, consiste en realizar un estudio y compendio de información con relación al tema objeto de la investigación, para posteriormente poder determinar una serie de parámetros y recomendaciones que sirvan de apoyo para el seguimiento, control técnico y de seguridad y salud en el trabajo (SST) en la construcción de viviendas de 3 niéveles con un orientación en la supervisión privada aplicando normas nacionales y parámetros específicos de uso reglamentario para Ocaña Norte de Santander.

1.3 Delimitación del Tema

Delimitación Conceptual: Para la realización de la monografía se tiene contemplada la implementación de los siguientes conceptos: Interventoría técnica, Seguimiento y control, procesos constructivos, Especificaciones técnicas, vivienda unifamiliar, construcción informal, control de calidad, control de seguridad y salud en el trabajo.

Delimitación Geográfica: Con relación al alcance de la investigación la delimitación geográfica se establece en el Municipio de Ocaña Norte de Santander y territorio donde son aplicables las normas colombianas.

Delimitación Temporal: El desarrollo de las actividades establecidas para la investigación tiene un tiempo estimado de dos (2) meses, contados a partir de la aprobación de la propuesta.

Delimitación Operativa: El desarrollo consiste en realizar un compendio sobre las generalidades de la construcción de viviendas de tres niveles. Posteriormente, se realizará

análisis y recopilación sobre los parámetros mínimos necesarios que se deben tener en cuenta para el seguimiento y control en la edificación de viviendas de 3 niveles cumpliendo con la norma NSR-10 y normas de seguridad y salud en el trabajo, como también normas particulares que rigen en Ocaña. Por último, como resultado del proyecto se realiza una serie de parámetros y recomendaciones que brinden un apoyo para el seguimiento y control en la ejecución de viviendas unifamiliares de 3 niveles.

1.4 Desarrollo del Argumento

Con la presente investigación se espera identificar cuáles son las falencias que actualmente persisten en la edificación de casas en el municipio de Ocaña, específicamente en la construcción de viviendas de 3 niveles, en donde se busca generar una serie de recomendaciones para el seguimiento y control técnico cumpliendo con parámetros de la norma NSR-10 y normas de seguridad y salud en el trabajo. Con el cumplimiento de la norma NSR-10, se garantiza que la edificación de viviendas de tres niveles cuente con medidas mínimas de seguridad que mitigan el riesgo ante eventos sísmicos.

Según Torres y Arias (2019) contar con una vivienda no significa tener una mejor calidad de vida, puesto que, si no se garantizan las condiciones mínimas de seguridad en la estabilidad de la edificación, así como el suministro de los servicios básicos de la vivienda, se pone en riesgo el bienestar de los ocupantes.

De acuerdo a lo anterior según Quispe D. (2019), cuando las viviendas son realizadas por autoconstrucción es probable encontrar errores constructivos y materiales de baja calidad, así como también procesos constructivos inapropiados y la carencia de un profesional en el tema,

conlleva a un comportamiento sísmico estructural inadecuado que podría causar pérdidas materiales, económicas, o inclusive pérdidas humanas.

Con relación a la importancia del adecuado manejo de actividades en obra, de acuerdo a la investigación realizada por Vasquez I. (2021), para que una obra civil sea exitosa, todos los actores que intervienen en el proceso como: el propietario, contratista, y consultores deben ser consecuentes con el cumplimiento normativo a la hora de comenzar un proyecto, ya que para garantizar la construcción de viviendas, se debe cumplir con las necesidades de los beneficiarios, brindando calidad de las obras y seguridad de acuerdo a las especificaciones técnicas.

Para la construcción de edificaciones, sea vivienda o no, se recomienda emplear una supervisión, a razón de brindar un espacio seguro para los ocupantes que habitaran en ellas, por la cual es muy importante contar con una metodología para controlar de manera correcta este tipo de proyectos, asegurando que todas las actividades se realicen de manera idónea acorde a los planos estructurales y especificaciones técnicas. (Castro & Melara 2016)

En la ciudad de Ocaña los constructores de las viviendas unifamiliares no cuentan con sistemas de gestión para la seguridad laboral, comenzando por la falta de afiliación del personal a la seguridad social (ARL, afiliación a fondo de pensiones, Salud), y a no contar con las herramientas y mecanismos adecuados para las actividades en obra, por tal motivo, es primordial conocer recomendaciones que contemplen parámetros de seguridad en el trabajo dependiendo del tipo de actividad a realizar, considerando que la construcción de viviendas de 3 niveles, representa el trabajo en alturas, lo que repercute en el riesgo a los trabajadores.

De acuerdo a lo anterior, es necesario la creación de recomendaciones técnicas y de seguridad, para el seguimiento y control en la construcción de edificaciones (viviendas de 3 niveles), garantizando la supervisión de los procesos constructivos, aplicado específicamente a las obligatoriedades locales del municipio de Ocaña y normas colombianas que apliquen, con el fin de obtener como resultado de la investigación, los parámetros recomendados para ejercer el control de calidad y de seguridad en las distintas actividades contempladas en la construcción de viviendas de 3 niveles desde el punto de vista de la Interventoría Privada.

1.5 Metodología

Tipo de investigación: Es de tipo descriptiva y cualitativa, puesto que se busca por medio de la recopilación de información, determinar cuáles son los requerimientos para el control técnico y SST en la edificación de viviendas de 3 niveles, para posteriormente realizar un análisis y obtener como resultado una serie de recomendaciones para la correcta ejecución de este tipo de proyectos en cumplimiento de las normas vigentes nacionales y normas aplicadas al municipio de Ocaña -Norte de Santander.

Recolección de Información: Se realiza mediate las siguientes técnicas e instrumentos:

Técnicas de Recolección: Dado al tipo de investigación, Se realizará la **compilación y documentación** de procesos constructivos y normas referentes al tema de estudio a nivel nacional y local aplicado al municipio de Ocaña.

Instrumentos de recolección de Información: Se utilizan fuentes bibliográficas con relación al tema de estudio, como libros, monografías, trabajos de investigación, tesis, artículos

científicos, revistas, Biblioteca institucional UFPSO, y bases de datos de acceso disponible en la plataforma UFPSO como Scielo, Science direct, eLibro, Redalyc, Scopus, entre otros.

Procedimiento Metodológico: Para la realización de la monografía, se instauran las siguientes etapas:

Etapa 1. Aspectos Generales de la construcción de viviendas unifamiliares de 3 niveles.

Etapa 2. Requerimientos normativos necesarios para el control técnico y SST en la construcción de edificaciones de 3 niveles en el municipio de Ocaña.

Etapa 3. Variables de control técnico y SST en los distintos procesos constructivos para la construcción de vivienda de 3 niveles.

Etapa 4. Recomendaciones de Interventoría privada para la supervisión técnico y SST en la construcción de viviendas unifamiliares de 3 niveles.

Capítulo 2. Aspectos Generales de la construcción de viviendas unifamiliares de 3 niveles

Los aspectos generales que contempla el desarrollo del presente capítulo corresponden al compendio y explicación de las diferentes etapas necesarias para la construcción de viviendas de 3 niveles, considerando el sistema constructivo de pórticos resistentes a momentos, es decir estructuras en concreto reforzado, ya que es uno de los sistemas convencionales más utilizados en el territorio colombiano en especial en el municipio de Ocaña NTS.

2.1 Estudios previos y planificación inicial

Los estudios previos hacen referencia a los diferentes estudios necesarios para la planificación inicial del proyecto, los cuales corresponden al estudio topográfico, estudio de suelos, diseño arquitectónico, diseño estructural, diseño hidrosanitario y diseño de instalaciones eléctricas.

2.1.1 Estudio topográfico

Inicialmente, cuando se trata de una vivienda nueva en un lote amplio o por definir, es importante realizar la topografía del terreno, con el fin de definir los puntos o linderos exactos además de obtener el área específica en donde se realizará la construcción, el cual es base para la elaboración de los diseños arquitectónico y estructural. El estudio topográfico consta de:

Trabajos de campo: Se trata de ubicar los puntos de la zona para la zona de estudio, mediante un equipo topográfico que puede ser estación total, o RTK, en donde se obtienen coordenadas UTM WGS84, para luego realizar la ubicación geoespacial, obteniendo una cartera topográfica de campo.

Trabajo de gabinete: Consiste en exportar los datos obtenidos de la cartera de campo a un modelo computacional, utilizando programas como AutoCAD o AutoCAD Civil 3D y con esto se determina niveles, área, y perímetro de los linderos.

Los saberes topográficos que se requiere para la construcción de una vivienda corresponden a delimitar y localizar la zona del proyecto, en donde según el Decreto 1077 de 2015, se debe hacer el debido plano con la topografía del terreno y memorias técnicas, entregando como mínimo:

El plano topográfico georreferenciado, a escala 1:2000 o de mayor detalle, de acuerdo a las disposiciones del IGAC y las especificaciones técnicas de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales [ICDE], en el cual indique el área, sus límites y todas las reservas, sus segmentos viales, sus afectaciones, así como la designación de áreas de conservación y protección ambiental y/o restricciones, debidamente marcadas con coordenadas, constituirán la base para el diseño del proyecto habitacional. Los planos deben estar firmados por un profesional en topografía. (Presidencia de la República de Colombia, 2015, Decreto 1077, Artículo 2)

2.1.2 Estudio de Suelos

Uno de los parámetros fundamentales para un correcto diseño estructural corresponde al estudio de la mecánica del suelo en donde se cimentará el proyecto, permitiendo identificar las particularidades del suelo, tales como: capacidad resistente del suelo, propiedades mecánicas, físicas, entre otros.

Los estudios de suelos necesarios para la construcción de viviendas, están contemplados dentro del Título H – Estudios Geotécnicos, de la norma NSR-10, en donde de acuerdo al Capitulo H.3, para la construcción de viviendas de 3 niveles se considera una construcción de categoría baja, la cual según las cargas máximas de servició en columnas, puede soportar cargas menores a 800 kN. Para los estudios de suelos se tiene en cuenta la exploración de campo y la realización de ensayos de laboratorio.

2.1.2.1 Exploración de Campo. Se basa en la excavación de apiques, perforaciones o sondeos exploratorios, que permiten conocer el perfil estratigráfico del subsuelo, en donde va a estar apoyada la edificación, además por medio de la exploración se realiza los sondeos necesarios para adquirir las probetas a ensayar en laboratorio. Según el Literal H.3.2.3 de la Norma NSR-10, el número mínimo de sondeos para viviendas de 3 niveles la cual clasifica como unidad de construcción de Categoría Baja, corresponde a 3 sondeos a una profundidad mínima de 6m.

2.1.2.2 Ensayos de laboratorio. Se requiere que la toma de muestras durante la etapa de exploración, en donde los tipos de ensayos a realizar dependen de las características propias del terreno. El alcance de los ensayos, corresponden a definir el perfil del suelo y su capacidad de compresibilidad y resistencia al cortante (GEOESTRUCTURAS S.A.S., 2016). En este caso los principales ensayos de laboratorio, corresponde a los recomendados en la norma NSR-10 Titulo H Literal H.3.3.3:

- Peso Unitario
- Humedad
- Clasificación de suelo
- Corte directo a Compresión simple (Suelos cohesivos)
- Corte Directo o SPT (Suelos granulares)

2.1.3 Diseño arquitectónico

Consiste en la distribución de espacios y áreas a construir, en donde se deben tener en cuenta normas de urbanismo referente a tipo de diseño arquitectónico y parámetros mínimos de diseño como lo es para la construcción de escaleras.

2.1.4 Diseño Estructural

Una vez establecido el diseño arquitectónico, se debe continuar con el diseño estructural en donde se definen los espesores de elementos de concreto reforzado, así como también la

cantidad, diámetro y distribución de aceros de refuerzo para elementos en concreto reforzado. El diseño estructural, contempla el cumplimiento de la norma NSR-10, con el fin de garantizar un comportamiento sismo resistente.

2.1.5 Diseño Hidrosanitario

Los estudios Hidrosanitarios hacen referencia a la instalaciones y conexiones hidráulicas y sanitarias, en donde inicialmente se realiza un diseño de acuerdo a las condiciones y áreas establecidas en el diseño arquitectónico.

2.1.6 Diseño de instalaciones eléctricas

El diseño de conexiones eléctricas, se realiza de acuerdo a la demanda que va a tener la vivienda, en donde se realiza el cálculo para circuitos de pequeños artefactos (electrodomésticos), y para el cálculo de circuitos de mayor consumo, teniendo en cuenta la normatividad vigente RETIE, NTC2050.

2.2 Licencia de Construcción

Es una de las obligaciones básicas antes de comenzar un proyecto de vivienda nueva. Junto con la licencia de construcción también se expide la certificación para el uso del suelo en base a los parámetros normativos determinados por el POT (Plan de Ordenamiento Territorial) del lugar donde se ubique la obra, y se puede prorrogar si existen cambios urbanísticos o

estructurales, cambiando o ampliando el periodo de vigencia de la licencia. De acuerdo a la Curaduría Urbana (s.f.), para tramitar una licencia de obra nueva o existente, se debe contar con:

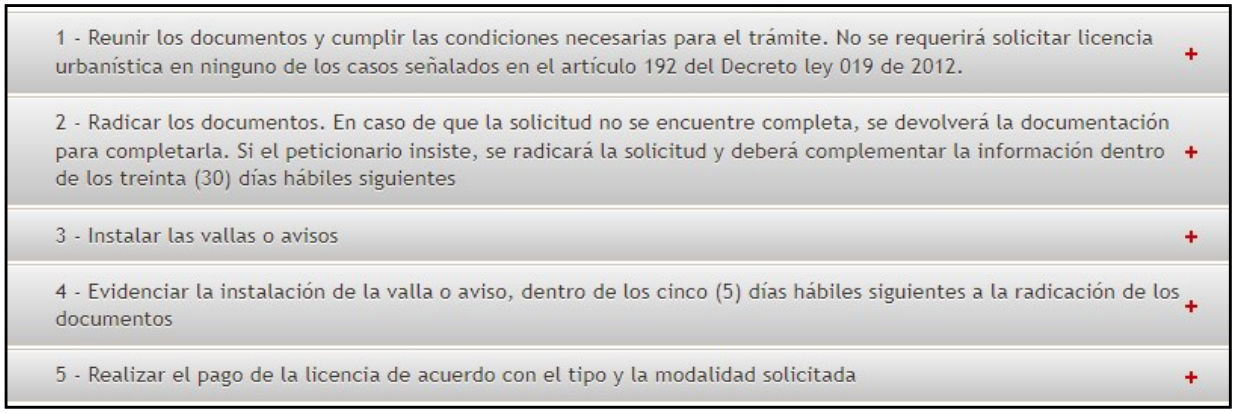
- Formulario Único Nacional de solicitud de Licencia
- Certificado de tradición y Libertad vigente, con fecha no mayor a 30 días calendario
- Copia de cedula del solicitante que puede ser:
    - Cedula del propietario si es persona natural.
    -Certificado de existencia y representación legal, expedido con fecha no mayor a un mes, y cedula del R.L. si es persona jurídica.
- Certificación catastral y/o Copia del último pago de impuesto predial.
- Si el dueño del proyecto no realiza el trámite, se debe contar con un poder notariado en original.
- Copia de tarjeta profesional y certificados que confirmen la experticia de los profesionales que intervienen en el trámite.
- Plano arquitectónico, con la siguiente información: Localización, Plantas, alzados o cortes, fachadas, planta de cubiertas y Cuadro de áreas.
- Planos estructural.
- Memorias de los cálculos y diseños estructurales.
- Memorias de los diseños de los elementos no estructurales.
- Estudios Geotécnicos y de suelos.

2.2.1 Licencia de construcción en Ocaña Norte de Santander

Según los lineamientos para la aprobación de licencias de construcción por parte de las curadurías urbanas o secretarias de planeación municipal para el caso del Municipio de Ocaña, , se debe tener en cuenta el siguiente procedimiento descrito en la siguiente figura 1.

Figura 1

Procedimiento Licencia de construcción en Ocaña, NTS



Nota: Tomado de: Función pública (2017).

2.3 Etapas de construcción para viviendas de 3 niveles

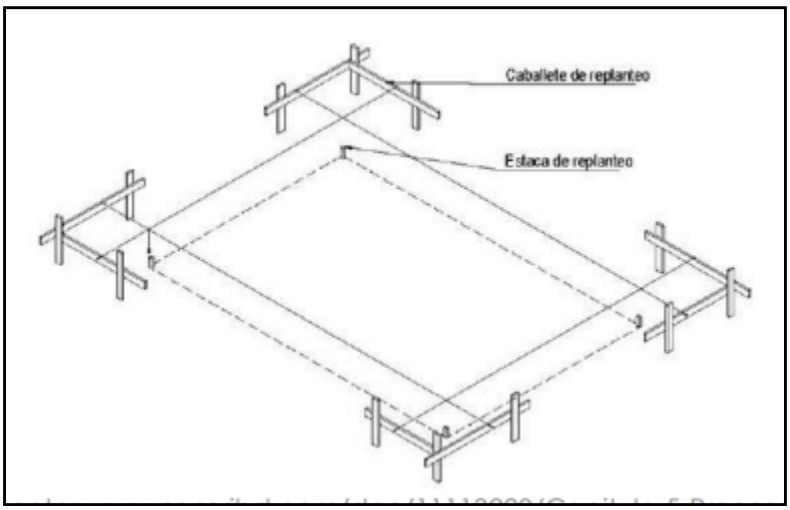
A continuación, se contemplan las diferentes actividades constructivas más relevantes para la edificación de viviendas unifamiliares de tres niveles.

2.3.1 Actividades preliminares y excavaciones

Las actividades preliminares para la edificación de viviendas de tres pisos, hace referencia al descapote y limpieza del lote a construir, en donde posteriormente a tener el terreno descapotado y nivelado, se procede a realizar el replanteo de las áreas del terreno con respecto a los planos de distribución de la cimentación utilizando escuadras o caballete de replanteo y cuerdas de marcación, así como se observa la Figura 2.

Figura 2

Hiladero de Cimentación



Nota: Tomado de: Zuluaga I. (2011)

2.3.2 Cimentaciones

Luego de realizar la nivelación y el trazado del terreno continua el proceso de búsqueda de emplazamientos para cavar hoyos y zanjas a diferentes alturas establecidas en planos, para cada componente de los cimientos. La profundidad de la cimentación se determina de acuerdo al ensayo de suelos que determinan el esfuerzo admisible del suelo, así como también del diseño estructural, el cual especifica la dimensión de la cimentación.

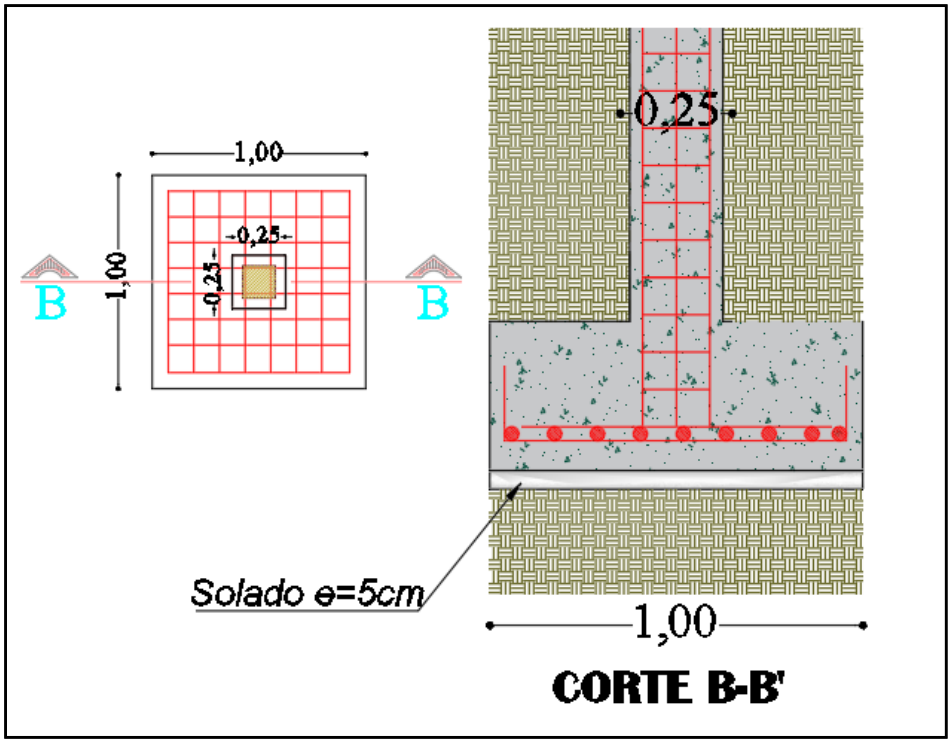
Es importante mencionar que los aspectos generales de construcción con relación al estudio de cimentaciones, está delimitado a entender el proceso de los diferentes tipos de cimentaciones clasificados en superficiales y profundas, los cuales se pueden implementar en la construcción de viviendas de 3 niveles en el municipio de Ocaña.

2.3.2.1 Cimentaciones superficiales. Los sistemas de cimentaciones superficiales que pueden ser aplicados a la construcción de viviendas puede ser:

Zapatas: Son elementos estructurales de concreto reforzado las cuales se encargan de transmitir el peso de la edificación al suelo y de acuerdo a su ubicación, se clasifican en zapata concéntrica, medianera y esquinera. Ver figura 3, 4 y 5.

Figura 3

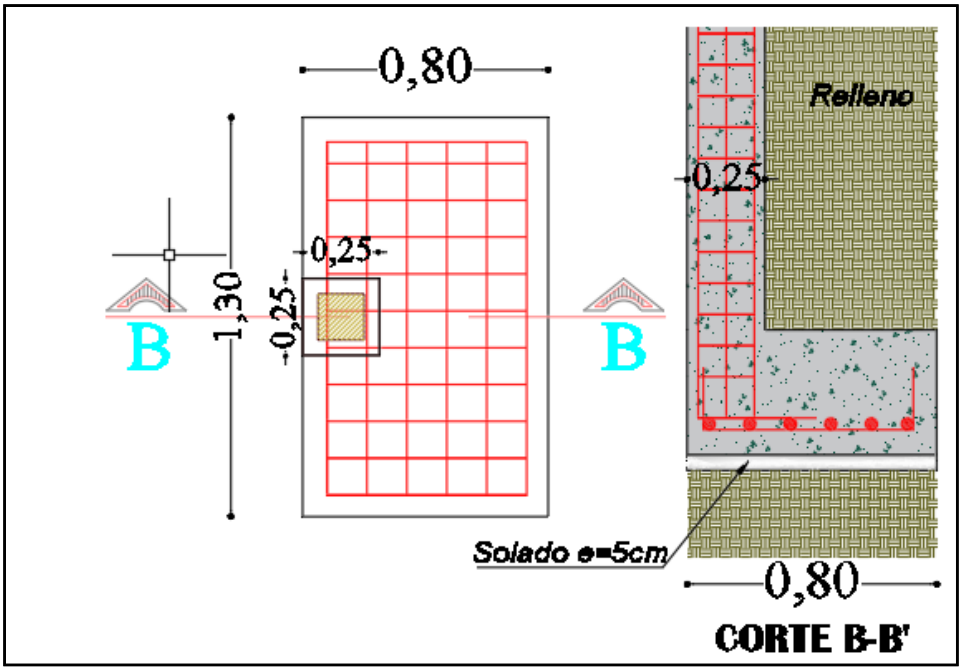
Zapata concéntrica



Nota: El dibujo es realizado en AutoCAD 2018, por Autor propio.

Figura 4

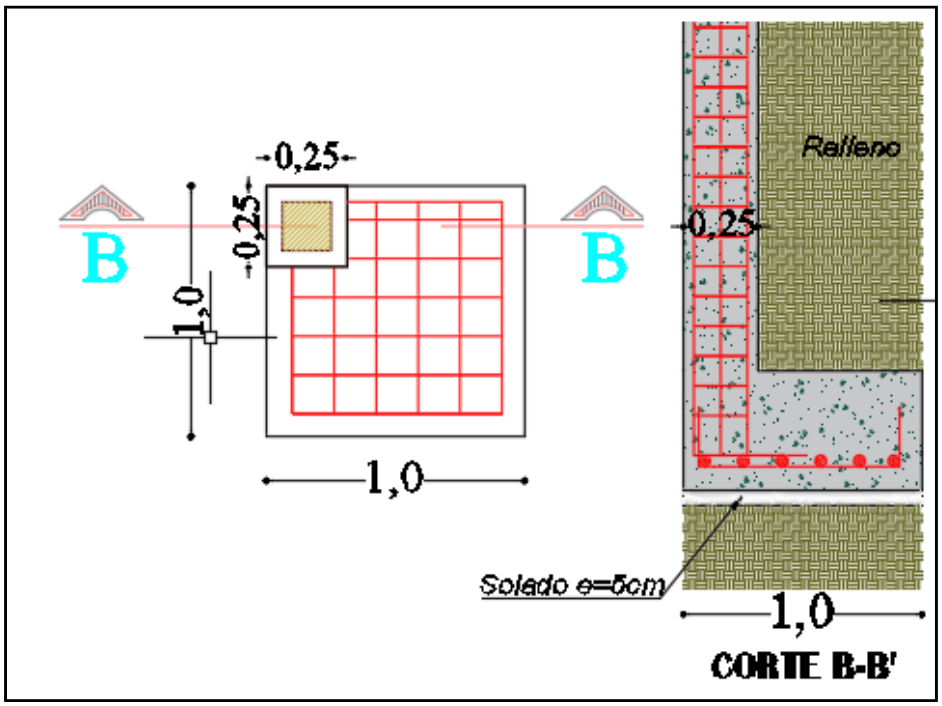
Zapata medianera



Nota: Nota: El dibujo es realizado en AutoCAD 2018, por Autor propio.

Figura 5

Zapata esquinera



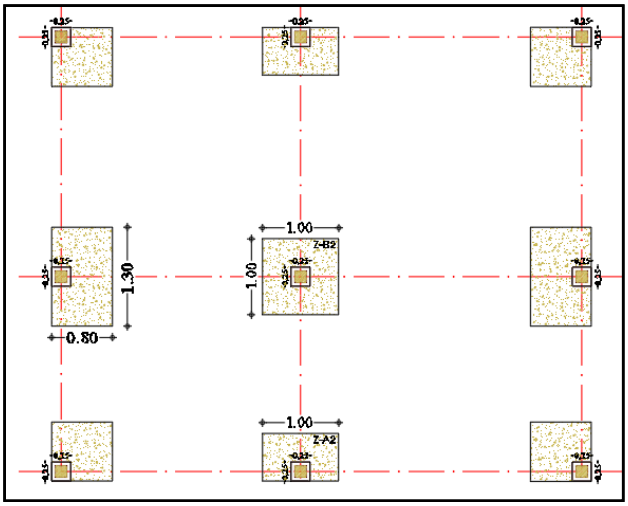
Nota: Nota: El dibujo es realizado en AutoCAD 2018, por Autor propio.

De acuerdo a la figura 3, 4 y 5, se aprecia el esquema de zapatas que más se usa para la construcción de viviendas de 3 niveles, en donde además se muestran medias y dimensiones de zapata que son comúnmente usados en la construcción de viviendas. Con respecto al recubrimiento que debe llevar el acero de refuerzo en las zapatas, es importante tener en cuenta la Norma NSR-10, en su Título C, Literal 7.7.1 en donde se reglamenta que: Para concretos colocados contra el suelo el recubrimiento no debe ser menor de 75mm; para concretos expuestos al suelo o a la exterior no debe ser menor de 50 mm; para concretos no expuestos a la intemperie ni en contacto con el terreno no debe ser menor de 40mm; y para losas, vigas o columnas, el recubrimiento no debe ser menor de 40 mm.

Con relación a la distribución de zapatas medianeras, concéntricas y esquineras, a continuación, en la figura 6, se aprecia el plano en plata de una cimentación típica, que contiene zapatas esquineras que son las ubicadas en las esquinas, zapatas medianeras, son aquellas colindantes con otros predios, y las zapatas concéntricas que no son ni colindantes ni esquineras.

Figura 6

Plano en planta de configuración de zapatas

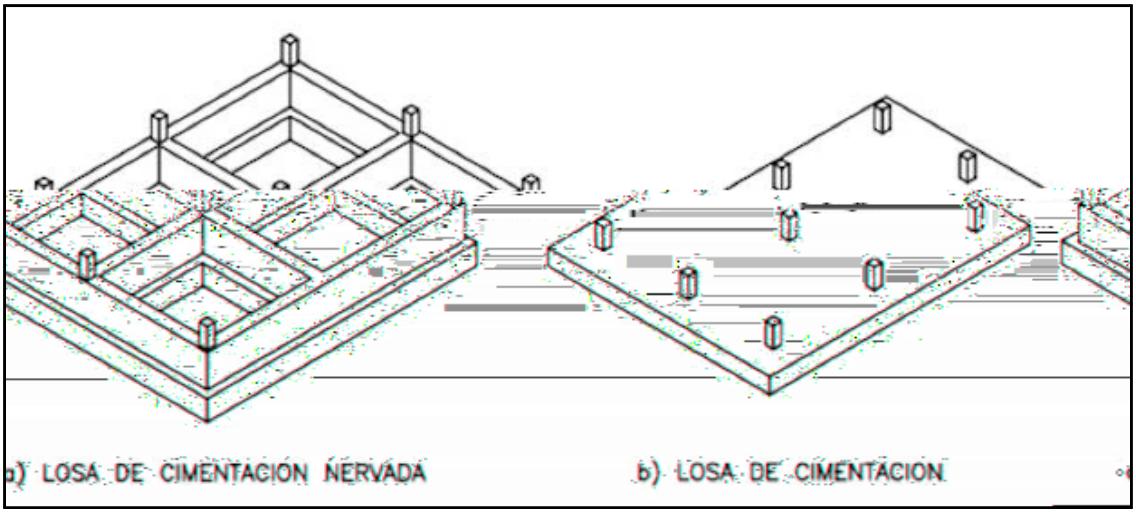


Nota: El dibujo es realizado en AutoCAD 2018, por Autor propio.

Losa de cimentación. Se puede entender como una zapata combinada, que abarca toda el área que ocupa la estructura, la cual soporta y transfiere todas las cargas de la edificación. Por lo general cuando el esfuerzo admisible del suelo es bajo, y se requiera gran cantidad de zapatas individuales que cubran más de la mita del área de la edificación, se considera viable construir una losa de cimentación. (Tipán & Villacís 2022). Las losas de cimentación pueden ser de dos tipos nervadas o macizas. Ver figura 7.

Figura 7

Esquema Losa de cimentación nervada y maciza

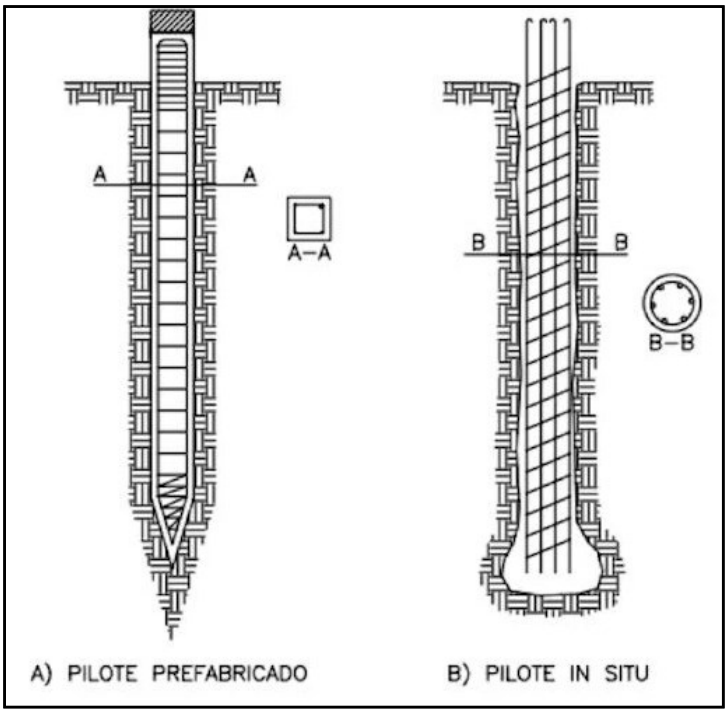


Nota: Obtenido de: https://about-haus.com/tipos-de-cimentacion/.

2.3.2.2 Cimentaciones profundas. Cuando las condiciones del terreno no son favorables, o cuando existe riesgo de socavación de la cimentación, se hace necesario el uso de cimentaciones profundas, la cuales se componen de pilotes prefabricados o fundidos in situ, que ayudan a transferir los esfuerzo al suelo a mayores profundidades donde el suelo presenta mejor resistencia. La siguiente figura 8, se observan las tipologías de pilotes que se pueden utilizar para la cimentación de una vivienda.

Figura 8

Tipos de pilotaje para cimentación



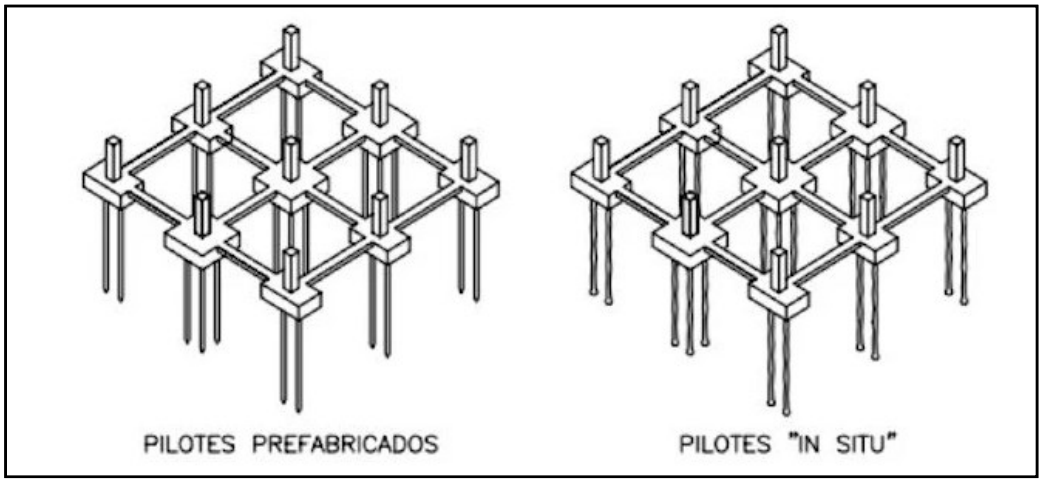
Nota: Obtenido de: https://about-haus.com/tipos-de-cimentacion/.

De acuerdo a la figura 8, se puede observar que, a diferencia de los pilotes prefabricados, los pilotes in situ, o fabricados en obra, presentan un bulbo en la base del pilote que ayuda a anclar y fijar el mismo pilote.

Con relación al uso de pilotes en la construcción de viviendas de tres niveles, se presenta solo cuando el terreno es deficiente, y en este caso se aplica el mismo concepto de pilotes, pero a menor escala, ya que se deben realizar micropilotes, en cada una de las zapatas que conforma la edificación, a una profundidad determinada por el estudio del suelo y diseño estructural. En la siguiente figura 9, se observa el bosquejo de micropilotes usado para mejorar la cimentación de una estructura con zapatas convencionales.

Figura 9

Esquema de micropilotes en cimentación con zapatas



Nota: Obtenido de: https://about-haus.com/tipos-de-cimentacion/.

2.3.3 Vigas y Columnas

Al hablar de vigas y columnas se hace referencia al sistema estructural de la vivienda que brinda seguridad ante un evento sísmico, razón por la cual, son los componentes de la estructura más importantes a la hora de llevar a cabo su proceso constructivo, el cual generalmente puede ser de dos materiales que son: concreto reforzado y estructura metálica, o mixto.

En este caso con relación a la construcción de viviendas de tres niveles, solo se hace referencia a la construcción tradicional con estructura en concreto reforzado, la cual contempla las siguientes actividades para su desarrollo:

2.3.3.1 Solado de aislamiento en concreto pobre. Esta actividad solo aplica para vigas que encuentren directamente con el suelo, como lo son las vigas de cimentación, en donde inicialmente se recomienda el uso de un mortero en concreto pobre, el cual sirve para aislar las condiciones que presenta el suelo, así como también nivelar la superficie que servirá de apoyo para el vaciado de concreto en vigas. El concreto utilizado para solados, no requiere de una especificación de resistencia para su dosificación. El solado no solo se utiliza para vigas, sino también para zapatas y losas de cimentación.

2.3.3.2 Instalación de Formaletas. El uso de formaletas para el encofrado de vigas y columnas, puede ser de diferentes materiales, según SAOV (2016), se puede emplear acero, fibra de vidrio, aleaciones de aluminio, paneles de yeso, caucho, madera laminada, concreto prefabricado, cloruro de polivinilo y poliestireno. Antes de la instalación de formaletas, se debe inspeccionar que la composición del material sea sólida y resistente a las diferentes cargas a las que pueden estar sometidas.

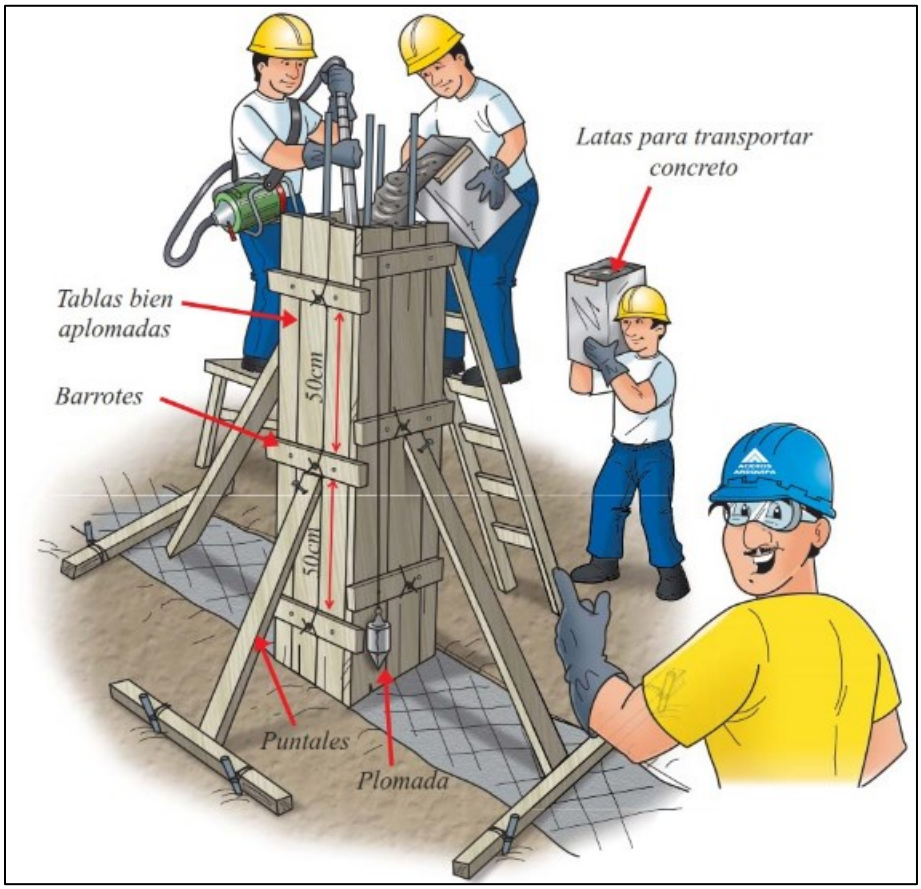
Con respecto a la edad del desencofrado, para el caso de vigas y columnas, según el Instituto Americano del Concreto (*American Concrete Institute* ACI), de acuerdo al Informe técnico ACI 347R titulado Guía de encofrado para hormigón publicado en el año 2017, el tiempo mínimo para desencofrado de vigas y columnas es de 12 horas.

Con relación al acero de refuerzo utilizado para vigas y columnas se debe verificar que las obras se realicen según las condiciones propuestas los planos estructurales o planos de obra. Igualmente se debe verificar que las formaletas estén sujetas y fijas al elemento que van a conformar al vaciar el concreto. Ver Figura 10.

2.3.3.3 Vaciado de concreto en columnas. Para la fundida de columnas, se recomienda usar un antiadherente para la formaleta antes de su colocación, posteriormente, se debe verificar el anclaje de las formaletas mediante puntales y su aplomo (Ver figura 10), por último, verificar el recubrimiento del acero de refuerzo, cumpliendo las especificaciones establecidas en los planos de diseño. Finalmente se realiza el vaciado del concreto para lo cual se debe utilizar vibrador de concreto y escalera o andamio, para el caso de columnas o vigas aéreas. Ver figura 10.

Figura 10

Proceso constructivo de columnas



Nota: La figura muestra el proceso constructivo de columnas. Fuente: Consumcab (s.f.)

2.3.4 Losa de entrepiso

Corresponde a la estructura de la edificación que recibirá las cargas sísmicas cuando sea solicitada. Los tipos de losas que pueden emplearse para la construcción de viviendas de 3 niveles pueden ser losa maciza, Steel Deck, losa aligerada en dos direcciones, losa aligerada en una dirección, y placa fácil.

Por lo general, a nivel local en Ocaña, se suele usar la técnica de placa fácil para la construcción de losas de entrepiso en viviendas, debido a su facilidad de instalación y porque no requiere de formaletas de soporte para la placa El sistema placa fácil usa perfiles laminados en frio galvanizado y bloquelones en arcilla cocida, tal como se aprecia en el proceso constructivo de la siguiente figura 11.

Figura 11

Proceso constructivo losa de entrepiso en Placa Fácil



Nota: La figura muestra armado de losa de entrepiso en placa fácil, para vivienda de 3 niveles, ubicada en la vereda La Rinconada, Ocaña, NTS.

Teniendo en cuenta que la metodología de placa fácil, ofrece sus ventajas porque no requiere de formaletas, a su vez una de sus desventajas, es que este tipo de placas, no tiene la suficiente resistencia a esfuerzos cortantes, razón por la cual otro tipo de losas de entrepiso comúnmente utilizados para la construcción de viviendas de 3 niveles corresponde a losas aligeradas en una dirección, la cual emplea aligerantes en casetones y viguetas en una dirección, según se observa en la figura 12.

Figura 12

Construcción de losa de entre piso aligerada en una dirección



Nota: La figura muestra construcción de losa de entrepiso para vivienda de 3 niveles en construcción, ubicada en el Barrio Buenos Aires de Ocaña NTS.

Según a la figura 12, se puede apreciar que la figura de margen izquierdo muestra el acero de refuerzo instalado de las vigas principales y de las viguetas que conforman la losa en una dirección, además se aprecia que para este método constructivo es necesario el uso de formaletas o entablado en madera. En el margen derecho de la figura 11, se puede apreciar los casetones instalados que conforman los espacios vacíos en donde no se llenaran con mezcla de concreto, igualmente se aprecia el uso de malla electrosoldada en la parte superior.

2.3.5 Losa de contrapiso

Para la construcción de losas de contrapiso, se debe verificar que el suelo este totalmente compactado, y en caso de tener un suelo con malas condiciones es necesario utilizar una capa compactada de recebo. Igualmente, para el caso de viviendas de tres niveles, el concreto utilizado para losa de contrapiso puede ser simple sin refuerzo o utilizar malla electrosoldada. Ver figura 13.

Figura 13

Construcción losa de contrapiso



Nota: La figura muestra losa de contrapiso con malla electrosoldada, para vivienda de 3 niveles en construcción, ubicada en el Barrio Buenos Aires Ocaña NTS.

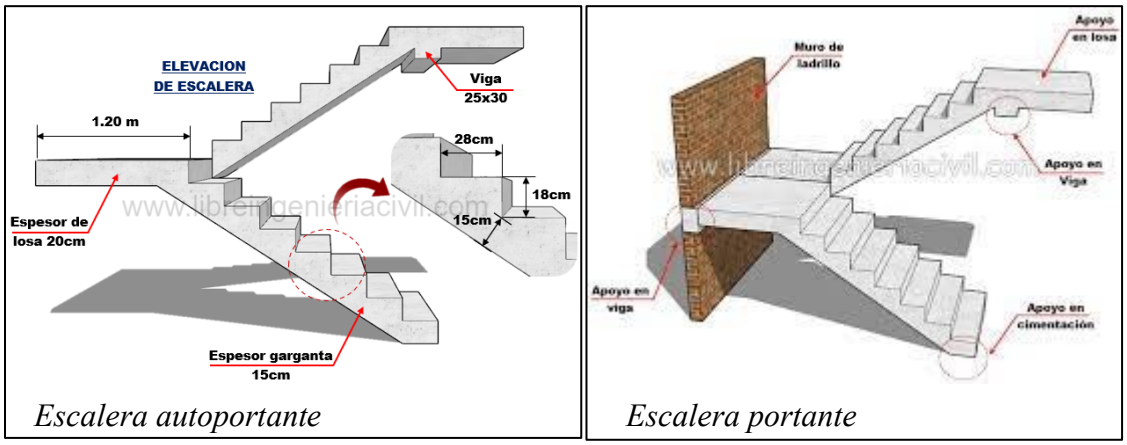
En la figura 13, se puede evidenciar la construcción de losa de contrapiso utilizando malla electrosoldada. En este caso se evidencia que la malla electrosoldada se encuentra colocada sobre el terreno, lo cual no es recomendable, ya que con el tiempo puede presentar corrosión, y por ende reducir su resistencia.

2.3.6 Escaleras

Las escaleras son elementos que pueden ser en concreto reforzado, acero, madera o mixto (concreto y acero). Para la construcción de escaleras, es importante mencionar que su sistema estructural solo se clasifica en Escaleras autoportantes y escaleras portantes. Una escalera autoportante es aquella que solo está anclada a la viga inferior y superior de entre piso. En cambio, la escalera portante es aquella que está apoyada a una viga intermedia. Ver figura 14.

Figura 14

Esquema de escalera autoportante vs portante



Nota: Fuente: Fernan Civil (2022). Tomado de: https://www.libreingenieriacivil.com/2022/03/armado-de-escalera-autosoportada-o.html

Por lo general las escaleras autoportantes se emplean en espacios reducidos en donde no se tiene un apoyo para la viga intermedia o la geometría de la escalera es en espiral y no permite que se apoye en una viga intermedia.

2.3.7 Mampostería

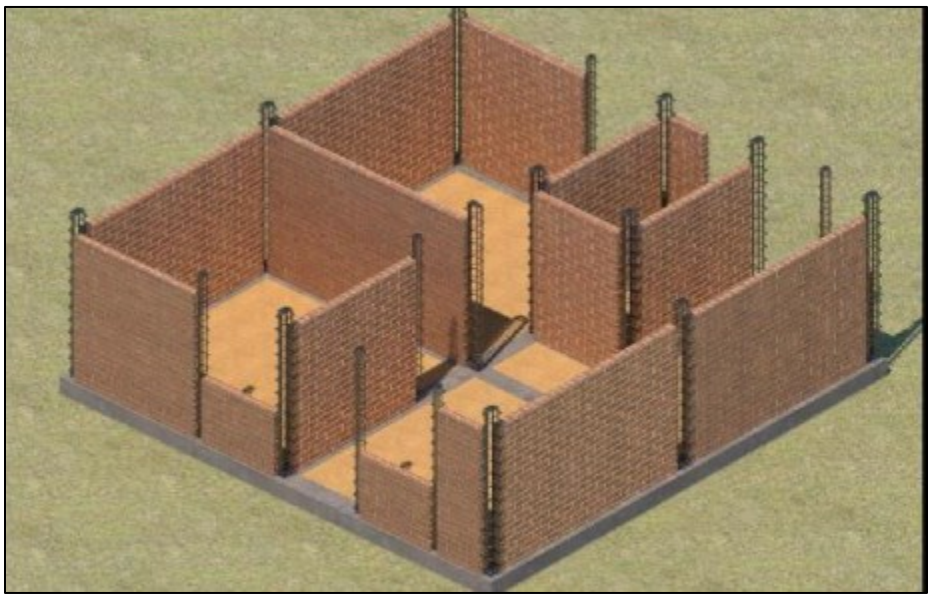
Para la construcción de viviendas de 3 niveles, por lo general se emplean muros en mampostería usando ladrillos macizos o bloques H-10 de adobe, tanto para exteriores como interiores, no obstante, actualmente se han implementado diferentes tipos de materiales para muros en edificaciones, como lo son muros livianos en Drywall, usados para muros divisorios dentro de una edificación. Según el Titulo D.2 de la Norma NSR-10, la clasificación de la mampostería puede ser mampostería reforzada, mampostería de muros confinados, mampostería parcialmente reforzada, mampostería de muros diafragma, mampostería no reforzada, y mampostería reforzada externamente.

Como aspecto general de los muros en mampostería confinada, según Páez D. (2006), clasifica como muro estructural que además de soportar cargas gravitacionales es decir cargas verticales como el peso propio y cargas vivas, también puede soportar cargas horizontales como las causadas por sismo o viento.

Para el uso de la mampostería confinada, se deben tener en cuenta parámetros normativos que limitan las condiciones en que se puede utilizar, ya que de acuerdo a la Norma NSR-10, estos muros solo se pueden emplear para viviendas de 1 y 2 niveles. Con relación al proceso constructivo, para que un muro en mampostería sea confinado, inicialmente se deben instalar los bloques con mortero de pega empleando un nivel y plomo, realizando la actividad por hiladas horizontales de bloques, y posteriormente se vacían los elementos en concreto reforzado (vigas y columnas de confinamiento), para configurar el muro en mampostería confinada. Ver figura 15.

Figura 15

Esquema proceso constructivo de muros confinados



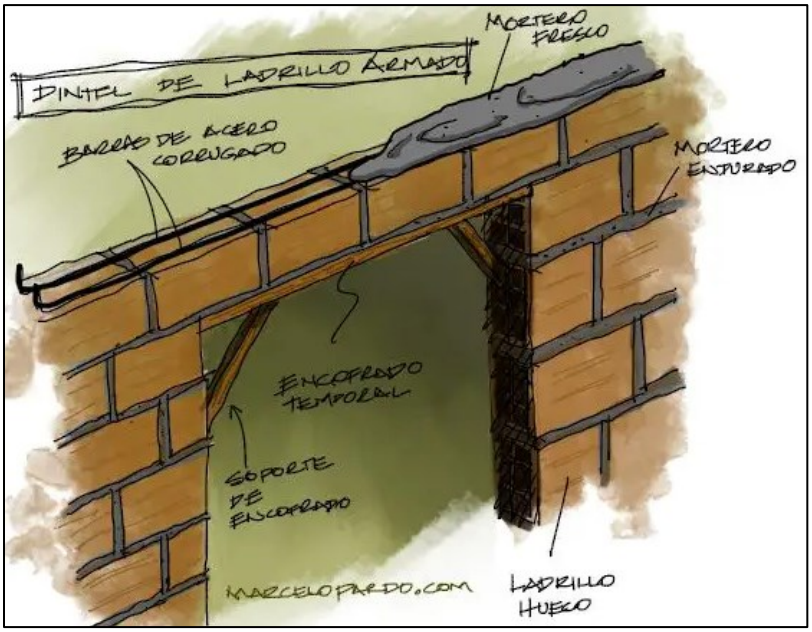
Nota: Tomado de Jaramillo J. (2019).

Con relación a la instalación de la mampostería, según la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (S.f.), primero que todo se debe humedecer el bloque o ladrillo antes de su colocación reduciendo el poder de succión del material y evitando que la mezcla sufra perdida de agua al entrar en contacto con el bloque. De esta forma, se logra mejorar la adherencia entre el bloque y el mortero.

2.3.6.1 Dinteles. Los dinteles se utilizan cuando en la mampostería, se dejan áreas vacías en donde se ubicarán puertas y ventanas, en este caso, existen diferentes métodos para la realización de dinteles, en donde los más conocidos corresponden a dintel en madera, dintel en concreto reforzado y dintel en ladrillo armado el cual usa varillas embebidas en la brecha de la mampostería, tal como se aprecia en la figura 16.

Figura 16

Dintel en ladrillo armado



Nota: Fuente: Pardo M. (2021). https://marcelopardo.com/dinteles/

Figura 17

Dintel en concreto reforzado



Nota: Verificación dintel en concreto reforzado, en construcción Mega colegio Col Fernández, Ocaña Norte de Santander.

Con relación a la figura 17, se puede apreciar la mejor forma de hacer un dintel es empleando un marco en concreto reforzado, esto permite que, los muros conserven su confinamiento y sean resistentes a cargas horizontales. Según Minke G. (s.f.), la solución óptima para los vanos o dinteles de puertas y ventanas, consiste en utilizar pilares (columnas) verticales anclados en la mampostería para reforzar los bordes de las aberturas.

2.4 Acero de refuerzo

Concierne a un material esencial para el uso de hormigón reforzado necesario para la estructura de una edificación convencional. Las especificaciones del acero en la construcción de una vivienda de 3 niveles dependen inicialmente del correcto diseño estructural, no obstante, es vale la pena reasaltar que el seguimiento y control que se realice es lo que garantiza que se cumplan con los diámetros de acero establecidos, traslapos, despieces, amarres y recubrimientos.

2.4.1 Armado de acero de refuerzo

Para el caso de columnas, losas o zapatas, se debe hacer conforme a lo relacionado en los planos estructurales de un determinado proyecto. En el armado es muy importante la continuidad en el acero para columnas, ya que las columnas son elementos que tienen continuidad desde la cimentación hasta los pisos deseados, utilizando toda la longitud de las varillas y ubicando los estribos según corresponda, amarrados con alambre negro No.18. (Peña & Lozada, 2012). Ver figura 18.

Figura 18

Verificación Armado de acero de refuerzo para vigas y columnas



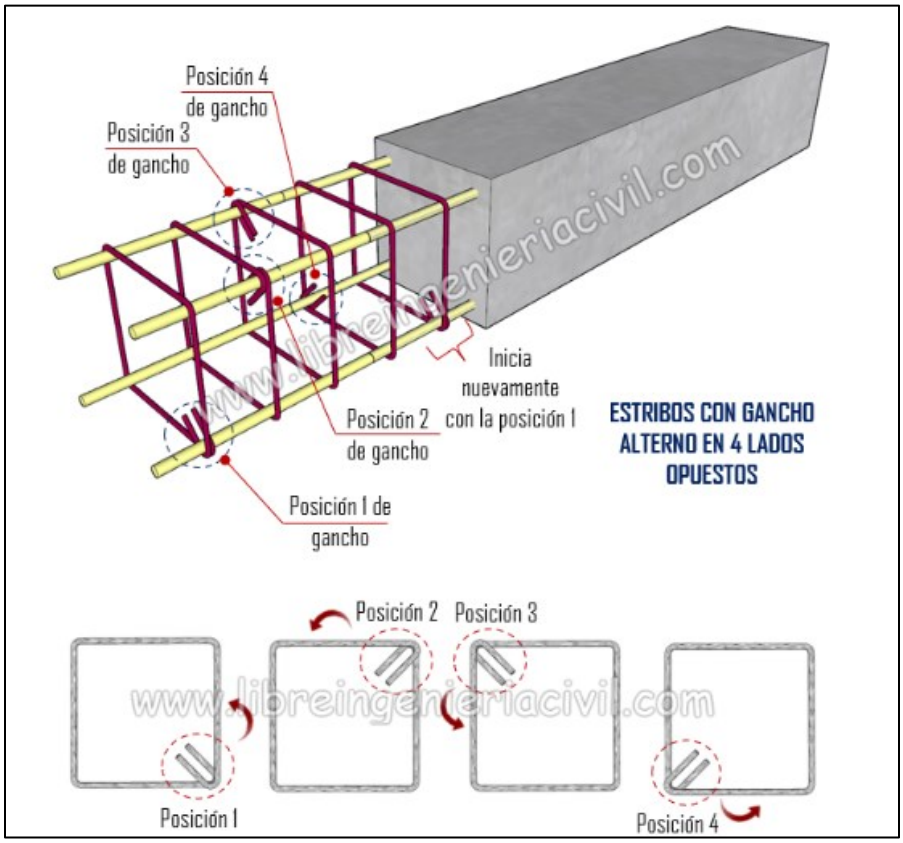
Nota: La figura muestra verificación de acero para vigas y columnas Mega Colegio Col Fernández, Ocaña Norte de Santander Fuente: Autor Propio.

Según la figura 18, se puede apreciar que el acero para columnas proviene desde la cimentación y el espaciamiento entre flejes o estribos depende netamente de los planos estructurales. Se debe verificar que el gancho de los flejes no quede siempre en la misma posición, ya que deben ir en forma alterna, con el fin de que los esfuerzos transmitidos a través de la longitud de desarrollo se distribuyan hacia el centro del elemento de forma simétrica. Ver figura 19.

De acuerdo a Fernan Civil (2023), existen cuatro posiciones para la colocación de estribos indiferente del espaciamiento al que se requiera, en la figura 19 se observan las posiciones de estribos en una sección de viga.

Figura 19

Posición de estribos en armado de vigas y columnas



Nota: La figura muestra el esquema de posiciones para estribos. Fuente: Fernan Civil (2023).

Con respecto al amarre utilizado para el armado de acero de refuerzo, se utiliza generalmente alambre negro calibre No.17 y calibre No.18. La función del alambre negro en la construcción consiste en mantener en su lugar el acero de refuerzo antes de fundido el concreto.

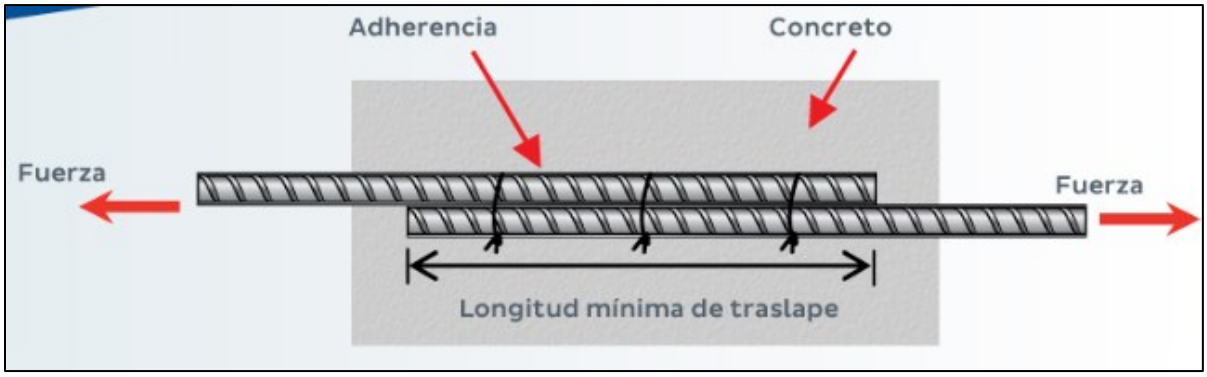
Según Valdivia G. (2000), el alambre negro en obra, se recibe en rollos de 20 kg, en donde para ser utilizado para el amarre de estribos y traslapos, se divide en rollos más pequeños de uno o dos kilogramos con una apertura o diámetro alrededor de 40 cm, posteriormente se enroscan y se cortan en 3 pedazos fragmentado para el amarre de varillas de 5/8", 3/4", 1”, y en 4 pedazos si el amarre es para varillas de 3/8", 1/2".

2.4.2 Empalmes de acero de refuerzo

Los empalmes son necesarios para la continuidad de las varillas en los elementos estructurales, y se pueden realizar mediante el traslape de barras, o utilizando empalmes mecánicas o soldadas. Con respecto al traslape de barras, según la figura 20 se observa el ejemplo de cómo se debe realizar.

Figura 20

Esquema de amarre recomendado para traslapos



Nota: La figura muestra el amarre recomendado de traslapos. Fuente: Aceros Arequipa (s.f.).

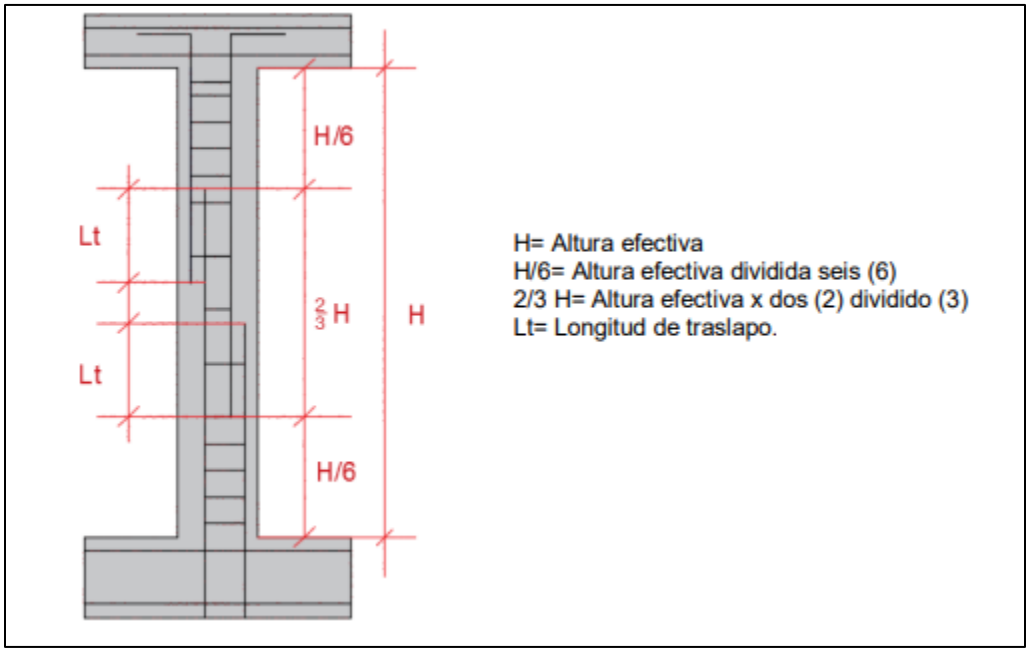
Según Alvis y Guerra (2017), la transmisión de cargas de una barra a otra, se logra gracias a la longitud de traslapo a través del hormigón que las rodea. De acuerdo con la norma NSR-10, los empalmes también deben colocarse alejados de los puntos de mayor tensión de tracción, en todo caso, la longitud de traslapo no debe ser menor a 30 cm. Los traslapos se deben ubicar conforme a lo establecido en los detalles de planos estructurales.

Cuando en obra se presentan variaciones con respecto al acero de refuerzo utilizado que pueden ser varillas de 6 metros o 9 metros, es importante tener en cuenta en que zonas es

recomendable ubicar traslapos. Para el caso de Columnas, los traslapos se pueden ubicar de forma alterna y en el tercio central, así como se aprecia en la figura 21. En caso de no poder ubicar los traslapos en el tercio central de la columna, también se pueden ubicar en el tercio inferior.

Figura 21

Esquema de traslapos para acero de refuerzo en columnas



Nota: Tomado de: Ruiz D. (2020).

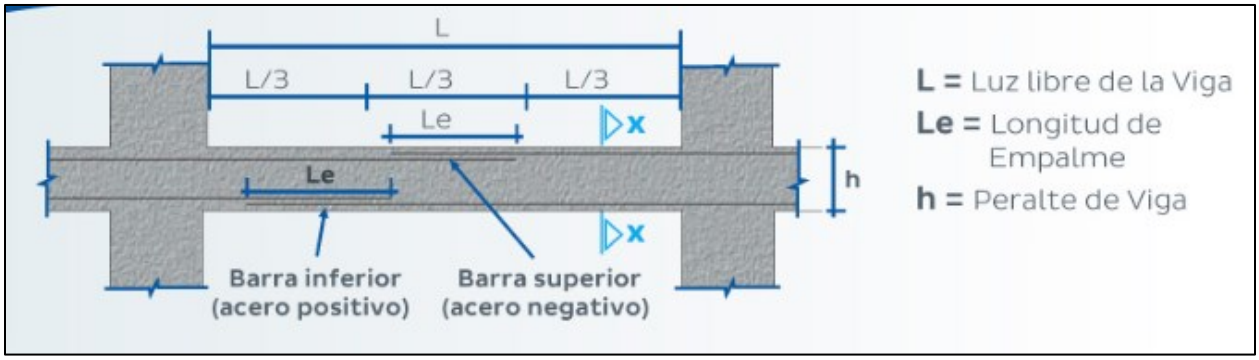
De acuerdo a la figura 21, se puede observar que los traslapos en columnas se encuentran alternados, en diferente ubicación, esto con el fin de evitar un plano de falla que resulte en fisuraciones del elemento. La longitud de traslapos, esta previamente definida en el Titulo C.12.2.2 de la Norma NSR-10, igualmente en el literal C.12.15.1 en donde especifica que la distancia mínima de traslapo no debe ser igual o mayor a 300 mm, no obstante, los traslapos

pueden ser clase A o Clase B, y se diferencia, porque el Traslapo Clase A, corresponde a la longitud de desarrollo y el traslapo Clase B, corresponde a 1.3 veces la Longitud de desarrollo.

Con respecto a empalmes por traslapo en vigas, se debe evitar ubicar los traslapos en las zonas de máximo esfuerzo del elemento estructural, en este caso se debe evitar ubicar traslapos la parte inferior de la viga y para el acero superior evitar traslapos en las zonas cercanas a los nudos o columnas. La distribución recomendada de traslapos, se puede apreciar en la siguiente figura 22.

Figura 22

Esquema básico de traslapos en vigas



Nota: Tomado de: Aceros Arequipa (s.f.).

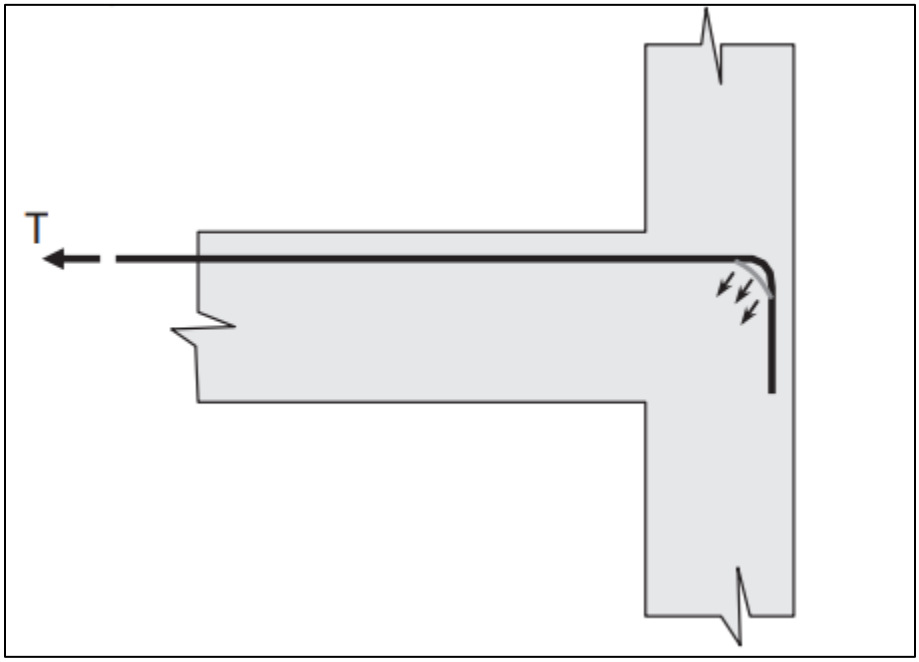
Con relación a los aspectos generales de traslapos mencionados, es importante resaltar que existen otras metodologías utilizadas para el empalme de aceros de refuerzo como lo son empalmes mecánicos, los cuales ofrecen una buena conexión y utilizan elementos de fijación como uniones roscadas o con tornillos para empalmar las varillas de acero; y empalmes soldados, los cuales emplean soldadura para crear el empalme resistente entre dos varillas de acero.

2.4.3 Ganchos y Longitud de desarrollo

Los ganchos de acuerdo a Gerdau Diaco (2012), cuando no es posible desarrollar la transmisión de esfuerzos con las barras al hormigón, la mejor opción para asegurar la armadura es doblarla en ganchos en sus extremos. Sin embargo, si la curvatura del gancho es escasa, la gran concentración de cargas en la superficie interior de la franja inicial del gancho puede llegar a generar el desplazamiento de la barra. Ver figura 23.

Figura 23

Esquema de trasmisión de esfuerzo en el gancho de la barra



Nota: Tomado de: Gerdau Diaco (2012).

De acuerdo a la figura 23, teniendo en cuenta que la curvatura del gancho es importante para la transmisión de esfuerzos al concreto, la Norma NSR- determina el gancho estándar a

tracción para tres ángulos diferentes, de acuerdo al Literal C.12.5.3, en donde se determina que los ganchos pueden ser con un doblez de:

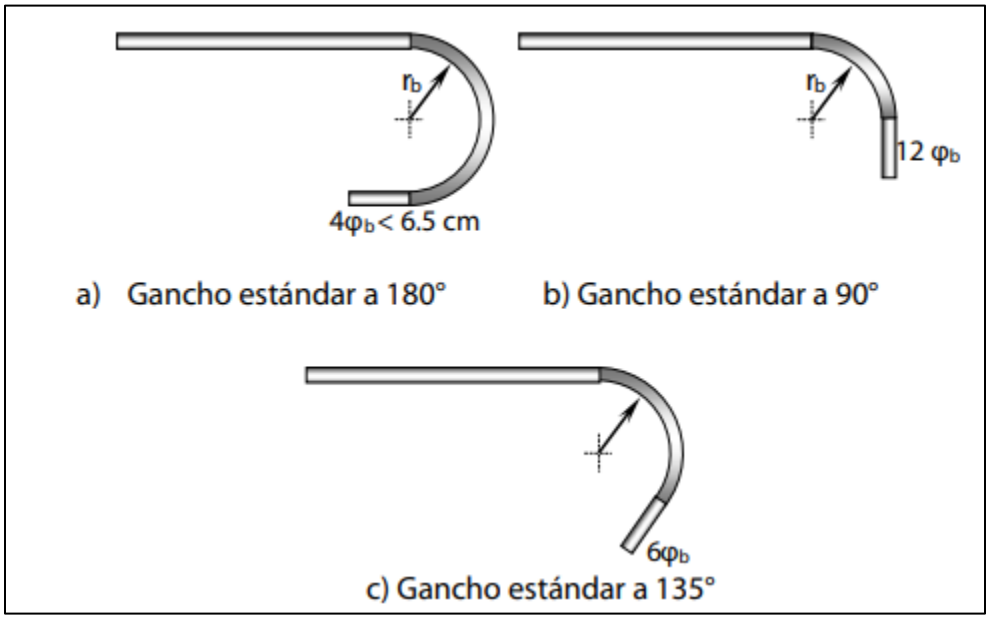
a) Ganchos con doblez de 180°: Con una longitud de desarrollo de 4 veces el diámetro de la barra ($4\varphi_b$), pero no menor que 65 mm. Ver figura 24

b) Ganchos con doblez de 90°: Con una longitud de desarrollo de 12 veces el diámetro de la barra ($12\varphi_b$). Ver figura 24

c) Ganchos con doblez de 135°: Con una longitud de desarrollo de 6 veces el diámetro de la barra ($6\varphi_b$).

Figura 24

Gancho estándar para barras de acero



Nota: Tomado de: Gerdau Diaco (2012).

Según lo determinado en el Literal C.7.2 de la Norma NSR-10, al realizar el doblez de los ganchos, es importante conservar un diámetro mínimo de doblado, con el fin de garantizar que la barra se pueda doblar sin presentar fisuración. De acuerdo al diámetro de la barra, se definen los diámetros mínimos de doblado los cuales corresponde a:

Para barras No.3 a No.8: el diámetro mínimo de doblado es de $6\varphi_b$.

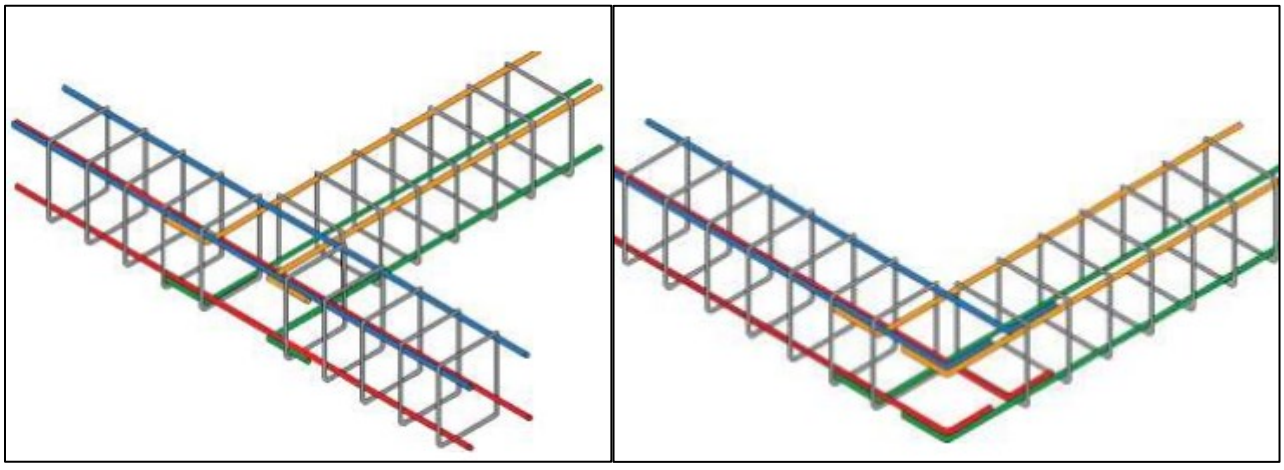
Para barras No. 9 a No.11: el diámetro mínimo de doblado es de $8\varphi_b$.

Para barras No.14 y No.18: el diámetro mínimo de doblado es de $10\varphi_b$.

Con relación a la verificación en obra los ganchos y longitudes de desarrollo en los extremos de vigas y columnas o en la conexión de estos elementos, a continuación, mediante la siguiente figura 25, se aprecia la ubicación recomendada de ganchos en conexiones de vigas.

Figura 25

Ubicación de ganchos en conexión de vigas



Nota: La figura muestra el esquema típico para la ubicación de ganchos identificados por colores de barras, para la unión de viga intermedia y viga esquinera. Fuente: Ruiz D. (2020).

2.4.4 Recubrimientos

Según Villarroel E. (2022), para el hormigón vaciado en obra se debe respetar un mínimo de recubrimiento no menor de cuatro centímetros, Además, la separación entre las armaduras debe ser al menos igual al diámetro de la barra, 2,5 cm, y mayor o igual a 1,33 veces el tamaño máximo del árido. De acuerdo a lo establecido por el Código ACI-7.7.1, los recubrimientos mínimos, se emplean para los siguientes casos:

a) Cuando se coloque el hormigón directamente sobre el suelo:

   75 mm

b) Cuando el concreto tiene superficies exteriorizadas o en contacto directo con el suelo:

   Barras No. 6 a No. 18: 50 mm

   Barras No. 5 y menores: 40 mm

c) Cuando el hormigón no se encuentra exteriorizado o en contacto directo con el suelo, es decir vaciado al interior de la edificación:

   En viguetas, muros y losas para varillas No. 11 y menores: 20 mm

   En columnas y vigas para el refuerzo principal, estribos y espirales: 40 mm

2.5 Instalaciones hidrosanitarias

Las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas, son tuberías en PVC, que se instalan durante la realización de las obras de concreto, en donde en muchos casos estas tuberías deben quedar embebidas en el concreto, por lo cual antes de fundir elementos estructurales con pasos

de tuberías, inicialmente se debe verificar el diseño hidrosanitario y planos. Cuando se presentan variaciones con las instalaciones de tuberías en obra, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos generales.

Según Rochel Awad R. (2012), teniendo en cuenta lo establecido en el Literal C.6.3 de la Norma NSR-10, menciona que:

Para tuberías incrustadas en columnas, no pueden sobrepasar más del 4% de área de la sección transversal de dicha columna.

Para Losas, muros y vigas, las tuberías embebidas, las dimensiones deben ser menores a un tercio del grosor total de la losa, muro o viga.

Cuando se necesite colocar varias tuberías en un mismo elemento estructural sea viga, losa o muro, el espaciamiento no puede superar 3 veces el diámetro o ancho medido de centro a centro.

De acuerdo a Martínez R. (2009), los conductos que se introducen al hormigón armado puede ser de dos formas diferentes: A) Atravesando transversalmente la sección del elemento, por lo general se presenta cuando se atraviesan vigas. Ver figura 26. B) Embebidas en el elemento, cuando la tubería se coloca totalmente dentro del elemento, y se presenta generalmente en columnas.

Figura 26

Tuberías en concretos reforzados



Nota: La figura muestra tuberías que atraviesan el elemento estructural.

Fuente: Torres C. (2019).

De acuerdo a la figura 26, se puede apreciar que hay dos tubos que atraviesan la viga perpendicularmente pero no parece cumplir el criterio del espaciamiento el cual debe ser mínimo tres veces el diámetro del tubo.

2.6 Cubiertas

Con relación a las cubiertas utilizadas en la edificación de viviendas de tres niveles, es una de las actividades, que representa un riesgo potencial al realizar trabajo en alturas, si no se siguen parámetros de seguridad en el trabajo. En lo que concierne a la edificación de viviendas, el tipo de cubierta generalizado corresponde al uso de perfilería metálica con láminas de Master mil; no obstante, se pueden emplear otras técnicas para cubiertas como lo son losa de concreto o terraza, cubierta colonial en teja de barro, o cubierta en fibrocemento, entre otras.

De acuerdo a las distintas formas de una cubierta, según Angulo Guerra F. (2012), los tipos de cubiertas tradicionales se pueden agrupar en: tejados planos, tejados a dos aguas, tejados de una sola vertiente y tejados a cuatro aguas con dos vertientes laterales y dos vertientes principales.

2.6.1 Pendientes de cubiertas

De acuerdo a la investigación realizada por Vera y Verduga (2017), las pendientes recomendadas para cubiertas se pueden establecer de la siguiente forma:

Cubiertas de Zinc y tejas de fibrocemento: Entre 20 a 27%.

Cubiertas en teja de barro: Entre 30 a 60%.

Cubierta de paja o palma: Entre 50 a 80%.

Para la construcción de viviendas de 3 niveles, uno de los materiales más usados en el municipio de Ocaña para cubiertas, es el uso de paneles de Master 1000, los cuales de acuerdo al Manual de Instalación Master 1000 de Acesco (2019), la pendiente mínima para este tipo de cubiertas es del 8°, lo que equivale a una pendiente mínima del 14%, esto quiere decir que por cada metro de longitud de cubierta la inclinación aumenta a una altura de 14 cm progresivamente.

2.6.2 Izaje de tejas

De acuerdo al manual de instalación de tejas onduladas Eternit (2022), para las edificaciones de 3 niveles, utilizando un lazo, las tejas pueden levantarse y atarse como se muestra en la imagen. Se aconseja utilizar el gancho del extremo del lazo para sujetar la teja en la parte inferior. Es imprescindible suspender siempre las tejas longitudinalmente.

Figura 27

Izaje de tejas para cubiertas



Nota: Tomado de: Manual de instalación de tejas onduladas Eternit (2022).

De acuerdo a la figura 27, teniendo en cuenta la forma recomendada de subir las tejas necesarias para la cubierta, se deben verificar, el estado del laso a utilizar, como también no exceder el peso soportado por el laso.

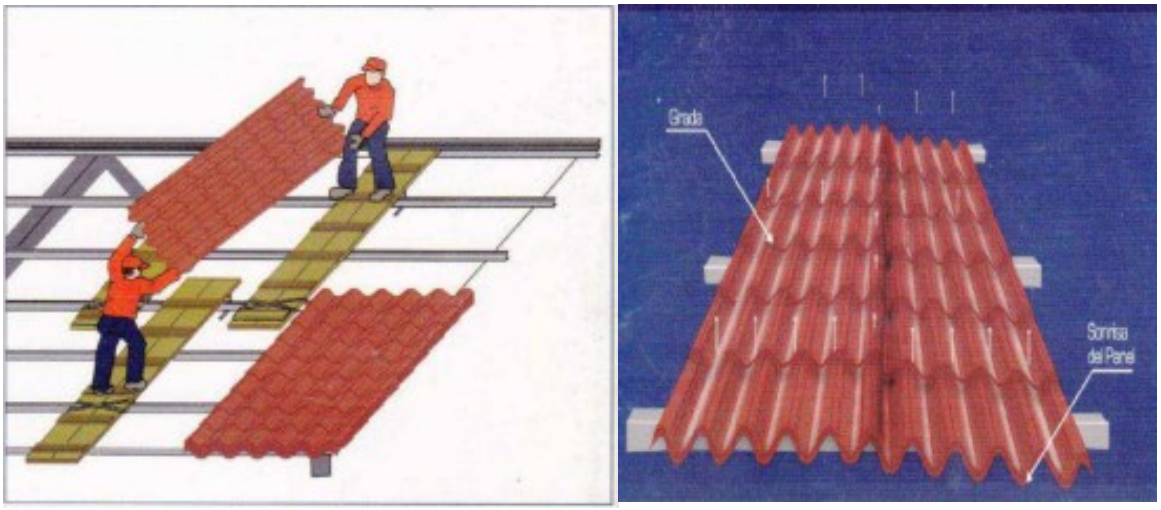
2.6.3 Instalación de tejas

Con relación a la instalación de tejas, teniendo en cuenta las distintas metodologías y tipos de tejas que existen en el mercado, solo se hace referencia a la teja mas comúnmente utilizada para la construcción de viviendas de tres niveles, las cuales corresponden a laminas en Master 1000 o laminas onduladas similares, las cuales son apoyadas sobre una estructura metálica conformada por vigas cinta, listones y correas.

Respecto a la instalación de tejas, dado a la realización de trabajo en alturas, se requiere de carácter obligatorio el uso de arnés y línea de vida. Una vez armada la estructura metálica con vigas, listones y correas, y verificado de acuerdo a los estudios previos o planos de la edificación, se deben instalar en obra tablones para el movimiento seguro del personal. La cubierta se debe instalar iniciando de abajo hacia arriba y de derecha a izquierda. Ver figura 28.

Figura 28

Instalación de cubiertas

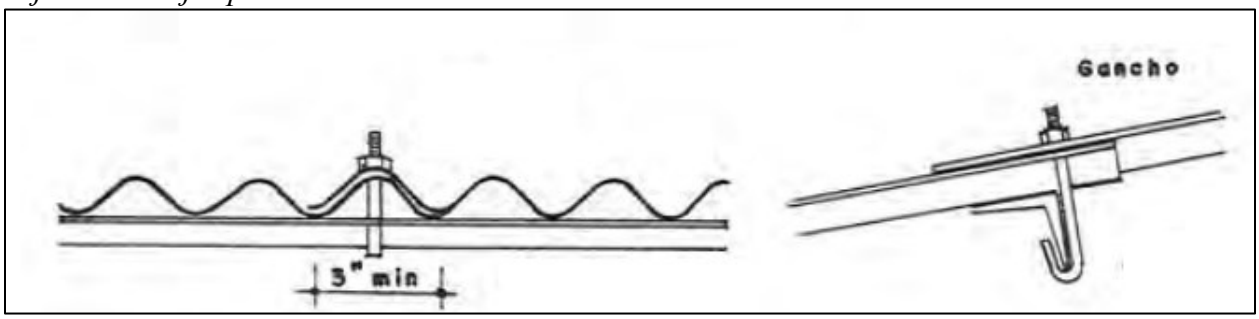


Nota: Tomado de: Vera y Verduga (2017).

Con respecto a la fijación de las tejas a las correas de la estructura de la cubierta, se pueden utilizar ganchos o tornillos autoperforantes, y se deben colocar a lo largo de la cubierta a cada 20 cm. Si se utilizan ganchos o tornillos autoperforantes, la fijación de las tejas o laminas, se debe realizar en la cara convexa de cada ondulación. Ver figura 29.

Figura 29

Fijación de tejas para cubierta



Nota: Tomado de: SENA (1991)

Según la figura 29, de acuerdo a la antigüedad de la referencia, anteriormente no era común usar tornillo autoperforante, si no que se realizaba la perforación y posteriormente instalaban tornillos con tuerca y arandela. Hoy en día a pesar de que existen varias técnicas, se utiliza con mayor frecuencia el tornillo autoperforante para la instalación de láminas en Master 1000 o cubiertas onduladas similares.

2.7 Acabados de pintura y fachadas

Con relación a los acabados de fachada y pintura, para el caso de la vivienda de 3 niveles, es necesario verificar el izaje de los andamios antes de realizar la actividad, especialmente para

los acabados de fachada, ya que al ser una vivienda de 3 nivel se requiere de elevarse a una altura considerable, para hacer las actividades de revoque o pintura y demás. Ver figura 30.

Figura 30

Uso de andamios para acabados de fachada



Nota: La figura muestra andamios colocados para acabados de pintura en vivienda Unifamiliar de dos niveles en el Barrio El Llano Echávez de Ocaña NTS. Fuente: Autor Propio (06 de julio de 2023).

De acuerdo a la figura 30, se puede apreciar una mala práctica en el uso de andamios para acabados de fachadas en vivienda de dos pisos, en donde se nivelan los andamios utilizando trozos de madera, el cual no garantiza la estabilidad para los trabajadores sobre los andamios, igualmente al obstaculizar el paso ocupando parte de la calzada de la vía con los andamios, no se realiza una señalización preventiva que mitigue el riesgo de accidente al transitar algún vehículo. Como parte de las medidas de seguridad para las actividades que pueden representar un riesgo a terceros; de acuerdo a la figura 30, no se evidencia la instalación de un sendero peatonal y medidas mínimas de seguridad.

Capítulo 3. Requerimientos normativos necesarios para el control técnico y SST en la construcción de edificaciones de 3 niveles en el municipio de Ocaña

Para la construcción de edificaciones en Ocaña, se rigen una serie de parámetros normativos que garanticen la calidad de los procesos constructivos, así como la seguridad del personal que labora en obra.

3.1 Requerimientos normativos para el control Técnico en construcción de viviendas de 3 niveles

Con respecto a los distintos parámetros normativos que se relacionan en la construcción de viviendas de 3 niveles, a continuación, se mencionan los requerimientos más relevantes, para ejecutar este tipo de proyectos, desde su planeación, estudio y diseño, hasta la culminación de los concretos, muros y cubierta.

3.1.1 Requerimientos normativos para las actividades de estudios y diseños

Para los estudios previos, a pesar de que es una actividad que no requiere la ejecución de obras, si debe contemplar una serie de normas a cumplir para garantizar la calidad en los diseños estructurales sismo, así como también el correcto diseño que garantice la operación y funcionamiento de las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. Para el caso de los respectivos diseños estructurales las normas y parámetros normativos, contemplados para el territorio colombiano y aplicables al municipio de Ocaña, son:

Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente NSR-10: Es un conjunto de reglamentos y disposiciones técnicas y normativas, para el diseño de edificaciones y estructuras en hormigón armado, los cuales establecen los parámetros mínimos para avalar la resistencia y la capacidad ante la ocurrencia de acontecimientos sísmicos. Con respecto a las actividades de estudios previos para la construcción de viviendas de 3 niveles, se deben considerar los siguientes Títulos:

Titulo A. NSR-10, por el cual se establecen los Requisitos Generales de Construcción Sismo Resistente, estableciendo métodos de análisis y de modelado para evaluar el comportamiento sísmico de edificaciones. A demás se establecen los coeficientes sísmicos de movimiento definido para cada zona de riesgo sísmico para los municipios de Colombia que corresponden a los coeficientes de aceleración pico efectiva y velocidad horizontal pico efectiva. Para el caso de Ocaña Norte de Santander, a nivel de supervisión técnica de estudios y diseños se deben supervisar que los parámetros de diseño correspondan a los de Ocaña. Ver Literal A.2.2 de la NSR-10. los cuales son:

- Zona de amenaza sísmica para Ocaña: Intermedia.
- Coeficientes de aceleración pico efectiva (A_a): 0,20
- Coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva (A_v): 0,15

Titulo B NSR-10, por el cual se establecen las cargas, evaluaciones de cargas y fuerzas sísmicas que hacen parte del sistema estructural para una edificación o estructura. Para el caso de construcción de viviendas de 3 niveles, con el fin de hacer seguimiento y control a las

actividades de estudios y diseños, se debe verificar parámetros de carga muerta y carga viva, de acuerdo al Literal B.3 y Literal B.4 del Título B, NSR-10.

Titulo C NSR-10, concreto estructural, por el cual se establecen parámetros, procedimientos y métodos para el estudio sismorresistente de estructuras en hormigón reforzado. En este caso, para fines de supervisión de diseños estructurales, se deben tener en cuenta los parámetros establecidos para el modelamiento del sistema estructural, en cumplimiento de los parámetros normativos que garantizan el comportamiento.

Titulo D NSR-10, por el cual se establecen parámetros para la mampostería estructural en edificaciones y se definen los diferentes muros estructurales utilizados para edificaciones, en donde para el caso de edificación de casas en Ocaña, se hace referencia a muros en mampostería confinada.

Titulo E NSR-10, Por el cual se establecen parámetros para las casas de uno y dos pisos, en este caso para la construcción de viviendas de 3 niveles, solo se puede hacer referencia a algunos criterios que si pueden aplicar a las viviendas de 3 niveles.

Titulo F NSR-10, Estructuras Metálicas, en donde se establecen disposiciones para el uso de estructuras metálicas en edificaciones, abordando consideraciones sísmicas, soldaduras, y conexiones.

Titulo G NSR-10, Estructuras de Madera y Estructuras de Guadua.

Titulo H NSR-10, Estudios Geotécnicos, para el caso de construcción de viviendas de 3 niveles, si se requiere la realización de estudios geotécnicos para conocer la capacidad portante del suelo. Según el Literal H.3.2.3 de la NSR-10, se establecen los sondeos mínimos necesario, de acuerdo a las categorías de la unidad de construcción que corresponden a:

Tabla 1

Numero de sondeos según la categoría de la unidad de construcción

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeo: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeo: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeo: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeo: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Nota: Tomado del Literal H.3.2.3 de la NSR-10.

De acuerdo a la tabla 1, es importante mencionar cual la categoría en la que clasifica una construcción según el Literal H.3.1.1, de la Norma NSR-10, que establece la categoría según la carga a soportar y el número de pisos o niveles. Ver en Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación de Unidades de construcción por categoría

Categoría de la Unidad de Construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en las columnas
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4.000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4.001 y 8.000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8.000 kN

Nota: Tomado del Literal H.3.1.1 del Título H, de la Norma NSR-10.

Para el caso de edificaciones de 3 niveles en el municipio de Ocaña, se deben verificar que la categoría en la unidad de construcción sea baja.

Título I NSR-10, Supervisión técnica, en donde se fundamentan los parámetros en la vigilancia y control de obras, así como el alcance de la supervisión, el cual, para el caso de la construcción en el sector privado, se requiere de supervisión cuando el área de la unidad a construir sea superior a los 3.000 m^2.

Titulo J NSR-10, por el cual se establecen Requisitos de protección contra incendios en edificaciones.

Titulo K NSR-10, por el cual se establecen Requisitos complementarios con relación a los criterios y especificaciones técnicas arquitectónicas y constructivas para prevenir el riesgo y brindar seguridad.

Como parte de la norma NSR-10, es importante precisar que la normatividad en Colombia, anteriormente se fundaba en la Ley 400 de 1997, en donde se crea la Comisión Asesora Permanente del Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, la cual, a inicios del año 2008, delega a la Asociación colombiana de Ingeniería Sísmica [AIS], dirigir y manejar los estudios necesarios para la actualización de la Norma NSR-98, lo que posteriormente mediante el Comité AIS 100, se estableció la Norma NSR-10. (NSR-10, marzo 2010)

Norma Técnica Colombiana NTC-1500, por el cual se establece el Código colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias, actualizado el 23 de agosto de 2017, el cual, con respecto al diseño y construcción de viviendas de 3 niveles se resaltan los siguientes Literales:

Literal 4. Requisitos Generales, el cual especifica lineamientos para la mitigación de daños en la red hidrosanitaria, igualmente contempla los diferentes ensayos de laboratorio que debe contener cada sistema una vez construido. También se especifican espaciamientos de soportes para tuberías los cuales se observan en tabla 3.

Tabla 3

Requisitos mínimo de espaciamientos para soportes de tuberías

Material de Tubería	Máxima separación Horizontal (metros)	Máxima separación Vertical (metros)
Tubería ABS	1,2	3,0
Tubería de aluminio	3,0	4,6
Tubería de bronce	3,0	3,0
Tubería de hierro fundido	1,5	4,6
Tubería de cobre	3,7	3,0
Tubería de polietileno de conexión cruzada (PEX)	0,8	3,0
Tubería en cruz de polietileno/ Aluminio	0,8	1,2
Tubería CPVC, de 25,4 mm (1 pulgada) o menor	0,9	3,0
Tubería CPVC. de 31,8 mm (1 1/4 de pulgada) o mayor	1,20	3,0
Tubería en polipropileno/Aluminio/Polietileno (PE-AL-PE)	0,8	1,2
Tubería en Polipropileno (PP) de 1 pulgadas y menores	0,8	1,2
Tubería en Polipropileno (PP) de 1-1/4 pulgadas y mayores	1,2	3,0
Tubería de PVC	1,2	3,0

Nota: Tomado de la NTC-15000 (2017).

Literal 5. Aparatos, griferías y accesorios, en donde se indican normas, parámetros y criterios para establecer el número mínimo de aparatos, grifería y accesorios que requiere una edificación de acuerdo a su uso, con relación a la construcción de viviendas de 3 niveles, los parámetros mínimos para la definición del número de aparatos en una edificación residencial corresponden a los establecidos en la siguiente tabla 4.

Tabla 4

Número mínimo de aparatos y grifería para edificaciones residenciales

Clasificación	Ocupación	Inodoros	Lavamanos	Ducha/bañera	Bebederos	Otros
Residencial	Casa de departamento	1 por cada habitación	1 por cada habitación	1 por cada habitación	No especifica	1 fregadero de cocina por cada habitación. 1 conexión para lavarropas
	Unidades de viviendas para 1 y 2 familias	1 por cada habitación	1 por cada habitación	1 por cada habitación	No especifica	1 fregadero de cocina por unidad habitacional. 1 conexión para lavadero
	Instalaciones de vivienda que congregan máximo 16 personas	1 cada 10 personas	1 cada 10 personas	1 cada 8 personas	1 cada 100	1 fregadero de servicio.

Nota: Tomado de Norma técnica Colombiana NTC-15000 (2017). Tabla 5.3.1

Literal 6. Calentadores de Agua, en donde se especifican parámetros para el uso de calentadores en viviendas.

Literal 7. Abastecimiento y repartición de agua, en donde se especifican parámetros de diseño para el transporte y entrega del agua, como lo son los requerimientos de consumo de agua requerido en la salida de las unidades sanitarias, así como el diámetro mínimo requerido de tubería para la instalación de aparatos sanitarios.

Norma RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas), El cual es un documento técnico-legal, que rige en todo el territorio colombiano, y se basa en establecer los criterios para las instalaciones, productos y equipos utilizados en la generación, transmisión, transformación, y uso final de la electricidad, cumpliendo con lo siguiente:

– Garantizar la protección y salud humana.

– Brindar seguridad de la biodiversidad animal y vegetal.

– Preservar la biodiversidad ambiental.

– Prevenir practicas erróneas del usuario.

Con respecto al control de los estudios previos para las instalaciones eléctricas en viviendas de 3 niveles, se puede mencionar el Articulo 10.1 Diseño de instalaciones eléctricas, el cual aplica para:

a) Conexiones eléctricas para viviendas y pequeños comercios o industrias de alcance mayor de 7 kVA y menor o igual de 15 kVA, tensión no mayor a 240 V. b
b) Líneas de redes aéreas rurales de hasta 50 kVA y 13,2 kV, por ser de menor complicación y menor riesgo. El diseño simplificado debe respetar las especificaciones predefinidas por el operador de la red.
c) Viviendas individuales que no hagan parte de edificaciones con más de 4 contadores de energía y de energía menor o igual a 7 kVA.

3.1.2 Requerimientos normativos que regulan la licencia de construcción

Con relación a la gestión para la licencia de construcción, se mencionan los siguientes parámetros normativos, que corresponden a:

Decreto 1203 de 2017. "Por el cual Se modifica parcialmente el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 1077 de 2015, y la Ley 1796 de 2016 la cual reglamenta la función pública de los curadores urbanos y el estudio, trámite y expedición de licencias urbanísticas, entre otros**"** que contempla:

ARTÍCULO 2.2.6.1.1.7 Licencia de construcción y sus modalidades. Para la construcción de viviendas, las modalidades de licencias son:

1. Obra nueva. Se trata del permiso para iniciar la construcción en terrenos no urbanizados o cuya superficie ha sido despejada mediante un permiso de demolición completa.

2. Ampliación. Es la libertad para ampliar la superficie construida de un edificio existente.

3. Adecuación. Es el permiso otorgado para modificar un edificio o de una parte de este, asegurando la permanencia total o parcial de la edificación existente.

4. Modificación. Es el permiso otorgado para cambiar o modificar el diseño arquitectónico de un edificio existente, sin aumentar el área superficial construida.

5. Restauración. Es el permiso para realizar acciones destinadas a restaurar y modificar una propiedad, o una parte de ella, con el fin de resaltar y proteger su valor estético.

6. Reforzamiento Estructural. Es el permiso para realizar cambios estructurales o reforzar uno o más edificios para adecuarlos a los requerimientos sismorresistentes establecidos por la Ley 400 de 1997.

7. Demolición. Es el derecho a demoler total o parcialmente uno o varios edificios existentes en una o varias propiedades, y debe aprobarse simultáneamente con cualquier otro tipo de licencia de obras.

8. Reconstrucción. Se trata de la aprobación concedida para la reconstrucción de estructuras que sufrieron el impacto de un accidente o siniestro y que contaban con una licencia o certificación.

9. Cerramiento. Es el permiso otorgado para la realización de un cerramiento perimetral permanente de un predio de propiedad privada.

ARTÍCULO 2.2.6.1.2.3.5 Contenido de la licencia. En todo caso, a pesar de que pueden existir requerimientos particulares de cada municipio o departamento, a nivel nacional dentro del territorio colombiano, lo mínimo que tiene que contener una licencia de construcción corresponde a:

1. Fecha de expedición de la licencia y Numero de identificación.

2. Tipo y modalidad de la licencia.

3. Vigencia.

4. Nombre e identidad del constructor o promotor responsable, así como del titular de la licencia.

5. Datos de la propiedad:

5.1 Número de registro de la propiedad o de la propiedad de mayor extensión, según sea caso.

5.2 Ubicación, localización y dirección del área del proyecto en planta.

6. Cuadro con las características fundamentales del proyecto aprobado, que incluya la siguiente información mínima: uso, tamaño del lote, superficie, número de plantas, recuento de unidades privadas aprobadas, aparcamiento, ocupación e índices de construcción.

7. Planos impresos que han sido autorizados por la autoridad que aprueba las licencias, o el curador urbano.

8. Cuando la licencia se tramita para vivienda de interés social, se debe contar con una constancia.

9. Determinar la necesidad de una supervisión técnica, para el caso de proyectos que lo requieran y estén sujetos a una revisión independiente de los estudios previos.

10. Establecer la necesidad de obtener el Certificado de Ocupación antes de la transmisión de los bienes inmuebles resultantes y/o su ocupación para los nuevos proyectos de viviendas que requerían una revisión independiente de los diseños estructurales.

11. Establecer que la edificación cumple con el marco normativo nacionales y local, más recientes relativas a la eliminación de barreras arquitectónicas que afectan a personas con alguna falencia física de movilidad reducida.

Ley 1796 de 2016. "En donde se establecen medidas de seguridad para los compradores de viviendas, delegando responsabilidades específicas a la Superintendencia de Notariado y Registro, y adoptar disposiciones adicionales."

De acuerdo a la Ley 1796 de 2016, se hace referencia al CAPITULO I, REVISIÓN DE DISEÑOS Y SUPERVISIÓN TÉCNICA DE EDIFICACIONES, ARTICULO 3, en donde se menciona como dato relevante lo siguiente:

Independientemente del uso, los diseños estructurales de los edificios cuya propiedad o propiedades permitan más de dos mil (2.000) metros cuadrados de superficie construida deben ser revisados. Esta revisión debe ser realizada a costa del solicitante de la licencia por un profesional privado calificado para el trabajo y que no sea el diseñador. El profesional debe cumplir con los requisitos señalados en el Capítulo III Título VI de esta ley.

De acuerdo a lo anterior, cuando la edificación a desarrollar tiene menos de dos mil (2.000) metros cuadrados de superficie construida, pero tiene potencial para procesar ampliaciones a futuro que puedan alcanzar los dos mil (2.000) metros cuadrados requeridos. En ese caso, el edificio debe ser sometido a la revisión estructural mencionada en este artículo, aunque tenga menos de dos mil (2.000) metros cuadrados.

3.1.3 Requerimientos normativos para procesos constructivos

Para la construcción de viviendas de 3 niveles, por lo general los requerimientos normativos se basan en la norma NSR-10, así como también las diferentes normas técnicas colombianas NTC, y los diferentes códigos de construcción que aplican para el caso. Consecuentemente, se desglosan los parámetros normativos más relevantes en la construcción de viviendas de 3 niveles, teniendo en cuenta que solo se hace énfasis en las actividades constructivas de elementos estructurales.

3.1.3.1 Cimentaciones. Con relación a las cimentaciones para casas de 3 niveles, se debe tener en cuenta la excavación y relleno de cada estructura de cimentación, en donde se debe realizar un relleno previamente compactado.

Para la edificación de viviendas en Ocaña, por general se utilizan cimentaciones en zapatas, en donde la profundidad la determina el estudio geotécnico y de acuerdo a las especificaciones de los diseños estructurales, teniendo en cuenta que el proceso constructivo para la excavación de zapatas normalmente se hace de forma manual. Como parte del cumplimiento normativo al seguimiento y control para la excavación de cimentaciones, es importante tener en cuenta las siguientes disposiciones:

Resolución 2400 de 1979. En donde se fundan algunos requerimientos sobre higiene, vivienda y seguridad en los lugares de trabajo. En el caso de excavación para zapatas se consideran los siguientes controles:

Artículo 616. Este Artículo establece que: Las excavaciones o zanjas mayores a 1,5 mts, deben ser entibadas o apuntaladas con madera solida o formaletas, con el motivo de evitar derrumbamientos de las paredes laterales de la excavación. En zanjas o en este caso en zapatas, el material que resulta de la excavación manual, no debe amontonarse en la proximidad de la zapata a una distancia no menor de 60 cm, esto con el fin de que el material excavado no vuelva a depositarse en la zanja.

Artículo 617. En este artículo se hace referencia a excavaciones lineales, como es el caso de canales, ya que establece que para zanjas con profundidades de 1,20 mts o más en donde trabajen varias personas, deberá proveerse de escalas por cada 15 mts, con el fin de facilitar la salida y entrada segura de los trabajadores.

Artículo 618. Establece que los ayudantes de obra que trabajen con pala dentro de una zanja, deben estar apartados como mínimo a 2 mts de distancia.

Artículo 627. En este artículo se establece diferentes formas de seguridad para la excavación de zapatas, ya que reglamente el uso de vallas, señalización y demás, con que se pueda advertir al público, sobre la presencia de una zanja o excavación que representa un peligro potencial para cualquier persona.

De acuerdo a lo mencionando en el Artículo 616, es importante tener en cuenta la norma de construcción NC-MN-OC03-02 (2017), “Estructuras Temporales de Construcción”, la cual

menciona que, cuando se presentan suelos arenosos o limo-arenosos disgregables fácilmente al tacto, se deben entibar los laterales de la excavación desde los primeros 50 cm.

Como parte del marco normativo para la excavación manual en cimentaciones que aplican en el territorio colombiano, corresponde a la Guía de Trabajo Seguro en Excavaciones (2014), del Ministerio de trabajo, el cual dicta las siguientes recomendaciones para excavaciones:

- Cuando se encuentren varios trabajadores y equipos en funcionamiento, las personas deben estar como mínimo a 2,0 mts de separación luego del alcance que le permite el brazo o herramienta que estén manejando.
- Cuando se carezca de un estudio de suelos las excavaciones no pueden ser mayores de 6 mts de profundidad ni menos de 0,60 mts de ancho, además el talud como mínimo, debe contar con una relación de 1,5:1, es decir para un metro de profundidad la inclinación de cada lado debe ser a 1,5 metros.
- No está permitido que los ayudantes de obra se encuentren dentro de la excavación cuando se estén realizando operaciones con maquinaria.

Posterior a realizar la excavación para una zapata, se debe fundir una capa en concreto pobre, con el fin de aislar la zapata con las condiciones del suelo. En este caso, se puede emplear la norma de construcción NC-MN-OC07-02 (2016) “Construcción de cimentaciones”, la cual establece que:

- Resistencia mínima del concreto pobre: f´c = 7MPa.
- Espesor de concreto pobre: e = 5,0 cm

- Para cimentaciones superficiales usar concreto ciclópeo de 14 MPa.

Luego de instalar la capa de concreto pobre, se continua con el armado del acero y formaletas para posteriormente vaciar el elemento en concreto de resistencia según lo establecido en planos. Luego de fundida la zapata y fraguado correctamente, se procede a realizar el lleno compactado de la cimentación, en este caso, es importante resaltar lo considerado por la norma de construcción NC-MN-OC04-01 (2018), la cual establece que:

- Los llenos con material suelto y métodos mecánicos o manuales, se deben realizar en capas de máximo 15cm.
- Si el lleno se realiza encima de una estructura de hormigón, se debe realizar posterior a 14 días de fundido el concreto, o hasta que alcance el 50% de su resistencia.

3.1.3.2 Estructuras de concreto Para las diferentes actividades constructivas que requieren de una mezcla de concreto se deben tener en cuenta los siguientes requerimientos normativos:

Almacenamiento de materiales. La mezcla de concreto se compone de agregados pétreos provenientes de cantera, agua y cemento, en este caso, es importante resaltar que uno de los parámetros de calidad a cuidar en obra es el almacenamiento del cemento, el cual es un material que dependiendo de las condiciones atmosféricas o de almacenamiento, puede llegar presentar un falso fraguado, que se refiere al endurecimiento de las pacas de cemento producto de la alteración de las propiedades físico químicas, alteradas al entrar en contacto con la humedad o el

agua, en este caso, el cemento pierde su resistencia y no es seguro para ser usado en la elaboración de concreto reforzado. A continuación, se relacionan los parámetros normativos más relevantes a tener en cuenta:

NTC 121 CEMENTO PÓRTLAND. ESPECIFICACIONESFÍSICAS Y MECÁNICAS, por el cual se establecen las condiciones y especificaciones del tipo de cemento portland a utilizar en obra.

Norma EPM NC-MN-OC07-01: Esta Norma puede ser aplicada en el territorio colombiano ya que es una norma establecida por las Empresas Públicas de Medellín [EPM], Colombia, y tiene el propósito de establecer los requerimientos técnicos mínimos necesarios para las construcciones de concretos que se realizan en los diferentes negocios de EPM. Para el caso del almacenamiento del cemento, es importante mencionar que:

- Para el almacenamiento de pacas de cemento en obra, el acopio no puede superar más de 14 pacas, con el fin de prevenir la compactación de los sacos en las primeras hiladas, deben tener como mínimo 50 cm cada 4 hileras de arrume, para garantizar una ventilación apropiada.

Mezcla de concreto. De acuerdo a la resistencia esperada, es necesario llevar a cabo un estudio de diseño de mezclas con los materiales a utilizar para elaborar la mezcla de concreto, con el fin de saber la dosificación correcta de acuerdo a las propiedades que presentan los materiales a utilizar. En Ocaña, por lo general para la construcción de viviendas de 3 niveles,

cuando no se cuenta con una supervisión, los maestros de obra no suelen hacer un diseño de mezcla especificado, sino que implementan relaciones de dosificaciones teóricas para establecer la resistencia de diseño esperada omitiendo las características propias de los materiales que conforman la mezcla de concreto. En este caso, es importante mencionar el marco normativo a tener en cuenta:

Norma NTC 3459, en donde se establecen disposiciones para la selección correcta del agua a utilizar para la mezcla de concreto, de las cuales las más relevantes son: El agua para la mezcla de concretos puede tomarse de fuentes naturales.

Norma NTC 396, en donde se instaura el método de ensayo necesario para establecer el asentamiento del hormigón fresco, que costa de un molde tronco cónico, el cual se llena de concreto y se compacta mediante una varilla lisa.

Norma NTC 3318, esta norma establece varias disposiciones para mezclas de concreto, en donde las más relevantes corresponden a:

- Para mezclas de concreto preparado en obra se debe usar mezcladora de concreto.
- Después de cada mezcla se debe limpiar la mezcladora.
- Se deben realizar ensayos de asentamientos. Asentamiento mínimo 50 mm.

Norma NSR-10 Titulo C, Literal C.5.8.1, en donde se establece que el hormigón debe mezclarse hasta que se logre la uniformidad de la mezcla de los materiales, además la

mezcladora debe vaciarse completamente antes de volver a cargar. De acuerdo al Literal C.5.8.3 establece que el mezclado de concreto en obra se debe realizar teniendo en cuenta lo siguiente:

a) Debe realizarse con una mezcladora y no manual.
b) La mezcladora debe conservar la misma velocidad establecida por el fabricante.
c) El mezclado debe continuar por 90 segundos luego de colocado todos los materiales.

Toma de muestras de concreto. Como parte de la calidad en la elaboración de concretos en obra, se deben tener en cuenta las disposiciones normativas para la toma de muestras de concreto en obra, las cuales corresponden a:

Norma NTC 454, por el cual se establecen la toma de muestras de concreto, estableciendo además las medidas de moldes adecuados.

Norma NTC 550, establece que, para la toma de muestras, deben ser en moldes cilíndricos y fundidos y fraguados en posición vertical. Para los ensayos de aceptación de concretos los cilindros no deben ser menor a 30 cm de altura y 15 cm de diámetro. Para el proceso de toma de cilindros de concretos se debe hacer realizando un correcto vibrado o asentamiento y vaciando el molde en varias capas. En todo caso de acuerdo a la NTC 550, se deben tener en cuenta los requerimientos de la tabla 5.

Tabla 5

Requisitos de tamaño tipo y molde para muestras de concreto en cilindros

Tipo y tamaño del espécimen, profundidad (mm)	Método de compactación	Numero de capas	Profundidad aproximada de la capa (mm)
300 o menos	Apisonamiento	3 iguales	100 o menos
Mas de 300	Apisonamiento	Las que se requieran	100 o menos
300 o menos	Vibración	2 iguales	150 o menos
300 a 450	Vibración	2 iguales	Media profundidad del espécimen
Mas de 450	Vibración	3 o mas	200 o lo más cerca posible.

Nota: Tomado de NTC 550.

Con respecto a la realización de muestras de cilindros de concreto en obra, por lo general para la construcción de viviendas de 3 niveles cuando no se cuenta con una supervisión privada, no se realizan este tipo de ensayos, debido a la falta de conocimiento de la norma, y a la falta de los moldes o camisas a utilizar para la toma de muestras. Anteriormente la toma de muestras se realizaba en moldes metálicos los cuales son costosos, pesados y tediosos para transportar. Hoy en día existen moldes para cilindros de concreto en materiales plásticos, que son más económicos, asequibles y fácil de transportar, por lo cual se resalta el hecho de que hay más facilidad para realizar toma de muestras de concreto en construcciones de viviendas.

Con relación a la frecuencia de toma de muestras de concreto, se relaciona La Norma NSR-10 Titulo C Literal C.5.6.2.1, en donde se establece que:

a) Debe tomarse no menos de una muestra al día, ni menos de una vez por cada 40 m^3.
b) No menos de una vez por cada 200 m^2. (Aplica para losas)
c) Mínimo una muestra por cada 50 tandas de mezclado con mezcladora en obra.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante mencionar el Literal C.5.6.2.3 de la NSR-10, el cual establece que cuando el volumen del hormigón sea menor a 10 m^3, no es necesario realizar ensayos al concreto siempre que sea aprobado por el supervisor técnico.

Instalación de formaletas. Para la construcción de estructurales en hormigón armado, es importante garantizar el correcto uso de formaletas, su rigidez y su apuntalamiento para conformar el encofrado. Los materiales más comunes para el uso de formaletas y cimbras para losas corresponden a madera acerrada y formaletas metálicas. Para el caso de Ocaña, es común el uso de madera para formaletas. Su reglamento normativo se basa en:

Norma NCR-10 Titulo C. Literal C.61, en la cual se establecen disposiciones para el diseño de cimbras y encofrados. En este caso se resalta el literal C.6.1.2, en donde se reglamenta que la formaleta instalada no debe tener aperturas que permitan la fuga del concreto fresco. Para el diseño de encofrados, según el literal C.6.1.5 de la norma NSR-10, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- Técnica y tiempo en la fundida del hormigón.
- Cargas vivas de construcción, como lo son verticales, horizontales y de impacto.
- Requerimientos para formaletas en construcción de losas aligeradas.

Comité ACI 347-04, por el cual se establece la Guía para el diseño, construcción y materiales de cimbras para concretos en donde se establecen disposiciones y recomendaciones para el cimbrado de losas de concreto recomendando que:

- No se recomiendan las uniones a tope o empalmes traslapados de dos puntales de madera hecho en obra.
- Para la cimbra de una losa se requiere de diseño en donde se incluya la carga viva de los trabajadores.
- Las líneas de nivel o marcación deben ajustarse suficientemente para evitar perdida de mortero del concreto.
- Los puntales y soportes tienen que instalarse a plomo con soporte vertical y contraventeo adecuado.

Vaciado del concreto. Para la colocación de concreto en obra es importante tener en cuenta las siguientes disposiciones normativas.

Norma NSR-10 Titulo C, Literal C.5.10, el cual relaciona los siguientes sub literales normativos:

C.5.10.1 – La preparación de la mezcla de hormigón se debe realizar lo más cerca posible a su destino final, con el motivo de evitar segregación de la mezcla colocada.

C.5.10.2 – La colocación se debe colocar a una velocidad apropiada siempre y cuando el concreto conserve su estado plástico y fluidez.

C.5.10.3 – No se debe colocar mezcla fresca en el hormigón fraguado parcial o totalmente, o que se haya descompuesto con materiales extraños.

C.5.10.4 – Si el hormigón se ha mezclado después de fraguar o si se ha añadido agua después de prepararlo, no debe utilizarse.

C.5.10.8 – Toda mezcla de concreto es importante compactarla adecuadamente durante su instalación, es decir, es necesario vibrar el concreto en obra para evitar el hormigueo o segregación del concreto instalado.

Norma NC-MN-OC07-01, la cual establece las siguientes disposiciones para el vaciado del concreto:

a) El hormigón no debe dejarse caer verticalmente a una altura superior a 1,20 metros, a menos que se utilicen formas de altura suficiente para la descarga, como muros, columnas u otras estructuras similares, que pueden tolerar una caída de hasta tres metros.
b) Para evitar tener que desplazar el hormigón más de dos metros dentro del encofrado, debe depositarse cerca del lugar donde se vaya a verter finalmente.
c) Hasta la unión especificada en diseños, el hormigón deberá verterse de manera continuada en capas horizontales con espesores no mayo a 45 cm.

Desencofrado de formaletas. Para el desencofrado de formaletas para vigas, losas, muros y columnas, debe esperarse un tiempo adecuado de fraguado del material, en todo caso, se deben considerar las siguientes disposiciones normativas.

Guía ACI 347-04, la cual establece que para poder realizar el retiro de formaletas se debe esperar un tiempo prudente de acuerdo al elemento estructural fundido, relacionado así:

Muros……..…. 12 horas

Columnas……..…… 12 horas

Lados de vigas…….. 12 horas

Casetones…….. 4 días

Fondo de viguetas o vigas máximo 3 m ….. 4 días

Fondo de vigas o viguetas de 3 a 6 m ……..7 días

Fondos de vigas con más de 6 m ……..…..14 días

Losas para pisos en una dirección ……...… 4 días

Según la norma de construcción de concretos NC-MN-OC07-01 establece que, para observar el comportamiento de la estructura, el desencofrado de los elementos horizontales (vigas) debe realizarse desde el centro del elemento hacia los extremos. Sin embargo, la disposición normativa NC-MN-OC07-01 también especifica tiempos mínimos para el desencofrado, que corresponden a:

Muros y Columnas ……..… 2 días

Losas hasta de 10 cm de espesor ……. 7 días

Losas de más de 10 cm de espesor …… 15 días

Losas que soporten cimbras ……28 días

Embebidos en el concreto. Los embebidos en concretos por lo general corresponden a las tuberías de conexiones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. En este caso se deben tener en cuenta los siguientes parámetros normativos más relevantes.

Norma NSR-10 Titulo C, Literal C.6.3, la cual establece algunos requerimientos entre los que se destacan:

C.6.3.2 – Para el caso de embebidos de aluminio se debe proteger con un recubrimiento al aluminio con el fin de evitar la reacción concreto-aluminio.

C.6.3.3 Las tuberías o conductos que atraviesan elementos estructurales no pueden reducir materialmente su capacidad y desempeño.

C.6.3.4 Las tuberías incrustadas en columnas no pueden superar el 4% del área de la sección transversal.

C.6.3.5.1 En el caso de losas, las tuberías embebidas no deben exceder 1/3 del espesor total de la losa, muro o viga.

C.6.3.5.2 En el caso de losas, vigas o muros, las tuberías embebidas, no deben estar espaciadas a menos de 3 veces el diámetro o ancho medido de centro a centro.

Reglamento ACI 318-05, el cual establece algunas disposiciones para embebido de tuberías en concreto correspondientes a los siguientes literales:

6.3.2 – Para evitar una acción electrolítica entre el aluminio y el acero o una reacción hormigón-aluminio, los tubos y conductos de aluminio no deben dejarse empotrados en hormigón estructural a menos que estén debidamente recubiertos o pintados.

6.3.4 – El área de la sección transversal requerida para la protección contra incendios, así como el área utilizada para calcular la resistencia de conductos y tuberías, no debe superar el 4% cuando se consideran estos elementos junto con sus conexiones empotradas dentro de columnas.

6.3.5.1 – Las dimensiones exteriores de los objetos empotrados no pueden superar un tercio del espesor total de la losa, muro o viga correspondiente.

6.3.10 – Las tuberías y sus conexiones deben tener al menos 40 mm de recubrimiento de hormigón. No menos de 20 mm en las superficies de hormigón que estén expuestos al suelo y a la intemperie.

Teniendo en cuenta los parámetros normativos de la Norma NSR-10 y el código ACI 318, se puede apreciar que existe mucha similitud entre los requerimientos normativos para el embebidos de tuberías en concretos estructurales.

Curado del concreto. Es una de las actividades que garantiza que su contracción plástica y por secado, no genere fisuraciones y por ende fallas en el elemento estructural fundido que puede llegar a disminuir su resistencia. En este caso los requerimientos normativos para el control del curado del concreto corresponden a:

Norma NSR-10 Titulo C, Literal C.5.11.3, establece que: el concreto fundido en obra, debe mantenerse por encima de una temperatura de 10°C y en condiciones de humedad, durante los primeros siete días posterior a la instalación

Comité ACI 308 Curado del concreto. De acuerdo a esta guía, se establecen distintas metodologías para el curado del concreto, como lo son el suministro de agua adicional y el suministro de materiales sellantes que generan una membrana sobre la superficie del hormigón. Entre los métodos de curado con agua, se pueden apreciar los siguientes:

Anegamiento o inmersión: Se trata de la inmersión total del elemento en concreto en agua, y aplica para pisos o losas en donde se pueda mantener una superficie con una lámina de agua.

Rocío de niebla o aspersión: Este método se emplea cuando las temperaturas son demasiado bajas y se emplean aspersores de jardín.

Costales, mantas de algodón y alfombras: Este método consiste en utilizar costales o mantas de algodón absorbentes de agua, que retendrán el agua sobre la superficie del hormigón y se puede usar tanto para elementos horizontales como verticales.

Curado con tierra: Este método se emplea de forma exitosa en áreas pequeñas de trabajo para concretos en elementos horizontales, en donde se utiliza tierra mojada libre de partículas mayores a 25 mm y libre de materia orgánica.

Arena y aserrín: Este método consiste en utilizar arena limpia y aserrín mojado y funciona de la misma manera que el curado con tierra. Este tipo de recubrimiento ayuda a evitar raspaduras y manchas en el concreto. Con relación a los métodos para el curado del concreto con materiales selladores de según el Comité ACI 308, se tienen:

Película plástica: La película plástica es una membrana colocada sobre el hormigón con el fin de mitigar la perdida de agua por evaporación, en este caso esta película puede ser transparente, negra o blanca, y debe seguir los lineamientos establecidos por la norma ASTM C171, la cual especifica un espesor de 0,10 mm. La película negra se utiliza para climas fríos. En términos comerciales la película plástica se conoce como vinipel o envoplast, el cual puede como película plástica para concretos.

Papel Impermeable: Este método, consiste en 2 hojas de papel Kraft unidas entre sí con un adhesivo bituminoso e impermeabilizadas con fibras y su función es reflejar y reducir el calor con el fin de retrasar eficientemente la perdida de humedad. Su método de instalación es igual que para la película plástica y también debe seguir los criterios de la norma ASTM C 171.

Compuestos líquidos para formar membrana de curado: Estas sustancias, que ayudan a formar una película plástica que mantiene la humedad en el hormigón, incluyen resinas naturales o sintéticas, ceras y disolventes con alta volatilidad a temperatura ambiente. Su aplicación debe hacerse uniformemente, los valores entre 0,20 a 0,25 $litros/m^2$. Cuando no se especifique la cantidad a aplicar en todo caso debe usarse 0,20 $litros/m^2$.

3.1.3.3 Acero de refuerzo. Es el material más usado en la toda la estructura, desde la cimentación hasta las vigas, muros, columnas y losas. En este caso, con el motivo de realizar el seguimiento y control en la edificación de viviendas de 3 niveles, por consiguiente, se establecen los parámetros normativos más utilizados para la instalación del acero en los distintos elementos estructurales que conforman la construcción de una vivienda de 3 niveles.

Norma NSR-10 Capitulo C.7 -DETALLES DEL REFUERZO. Para la construcción sismorresistente en el municipio de Ocaña, con respecto al control del acero de refuerzo en obra, que puede aplicarse a la construcción de viviendas de 3 niveles, se menciona:

C.7.1 – Ganchos estándar: Estos ganchos, hacen referencia a la longitud de desarrollo necesaria que requiere el acero de refuerzo para la transmisión de esfuerzos al concreto, tal como se relacionó en el literal 2.4.3 del presente documento. Para aceros longitudinales estos ganchos deben ser:

C.7.1.1 – Doblez de 180° = 4 veces el diámetro de la barra (d_b), pero no menor a 65 mm.

C.7.1.2 – Doblez de 90° = 12 d_b.

Para el caso de estribos o flejes, el gancho estándar debe ser:

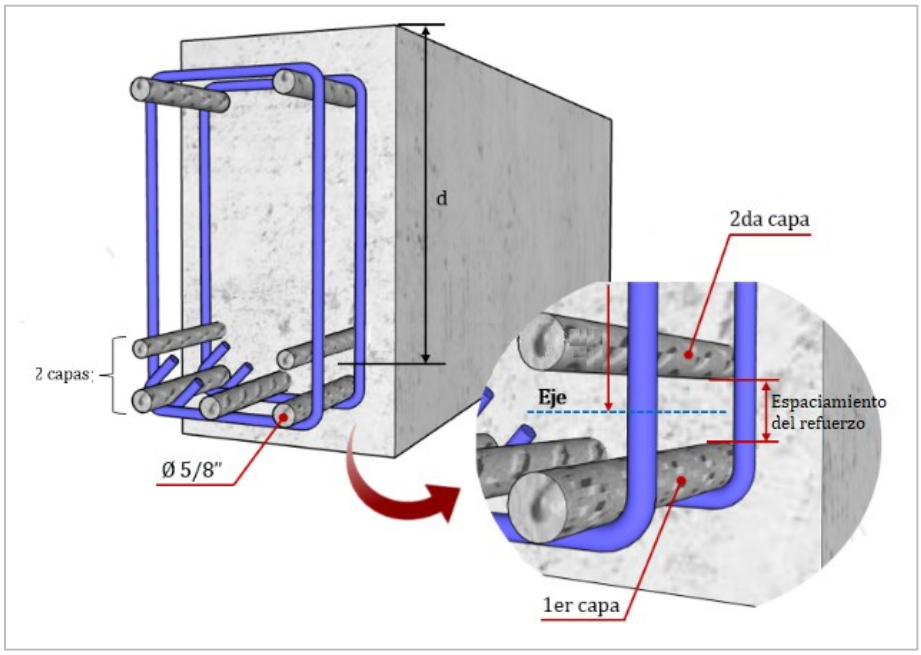
C.7.1.3 – a) Para barras No.1 a No.5 con doblez de 90° = 6 d_b. b) Para barras No.6 a No.8 con doblez de 90° = 12 d_b. c) Para barra No.8 y menores con doblez 135° = 6 d_b.

C.7.1.4 Para el caso de estribos de confinamiento en zonas de capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES) se deben usar ganchos de 135° con una extensión de 6 d_b pero no menor que 75 mm.

C.7.6 Limites del espaciamiento del refuerzo: Estos límites de espaciamiento aplican cuando se tienen vigas con luces largas o vigas en donde los diseños estructurales arrojan doble capa de acero o más, en la zona inferior de la viga. Ver figura 31.

Figura 31

Esquema de espaciamiento del refuerzo en vigas



Nota: Tomado de Fernan Civil (2022), modificado por autores.

C.7.6.1 – En barras paralelas y de acuerdo a la figura 31 para el caso en vigas, el espaciamiento del refuerzo debe tener una distancia mínima libre igual al diámetro de la barra (d_b), pero no menor que 25 mm.

C.7.6.5 – Los muros y losas macizas, que también se utilizan en la construcción de casas de tres plantas, deben contar con una separación de la armadura de flexión principal (el acero de la sección transversal inferior) no superior a 450 mm o tres veces el grosor del muro o losa.

C.7.7 Protección de concreto para el refuerzo: Con respecto al recubrimiento del acero de refuerzo para evitar la corrosión o perdida de resistencia de elementos estructurales, se deben conservar las medidas mínimas establecidas en la NSR-10, las cuales son similares a lo establecido en el Código ACI-7.7.1, el cual se detalló en el Literal 2.4.4 del presente documento. A continuación, se relacionan los parámetros mínimos de recubrimiento según la norma NSR-10.

C.7.7.1 Para concreto mezclado en obra, el recubrimiento corresponde al menor de: a) Para hormigón expuesto constantemente en la tierra: 75 mm. b) Para hormigón expuesto a la tierra o intemperie: En barras No.6 a No.18 = 50 mm, y para barras No 5 y menores = 40 mm. c) Para concretos que o están en contacto con la tierra o intemperie: en este caso se relaciona para cada elemento estructural así:

- Elementos estructurales como viguetas, muros, losas: En Barras No.14 y No.18 = 40 mm. En Barras No. 11 y menores = 20 mm
- Vigas, Columnas: Armadura principal, estribos, espirales = 40 mm.
- Cascaras y placas plegadas: En barras No. 6 y mayores = 20 mm. En barras No. 5 y menores = 13 mm.

C.12.2 Longitud de desarrollo de barras corrugadas a tracción. Corresponde a la longitud mínima de traslapo en barras corrugadas, el cual, según los parámetros por norma, en la tabla 6, se puede observar los diámetros y longitudes de traslapo más utilizadas.

Tabla 6

Longitud de traslapo para barras a tracción

Varilla N°	Diámetro (cm)	Diámetro (Pulg)	Traslapo Clase A (cm)	Traslapo Clase B (cm)	Traslapo E > 30cm (cm)
3	0,95	3/8”	41,6	54,0	70,3
4	1.27	1/2"	55,4	72,1	93,7
5	1,59	5/8”	69,3	90,1	117,1
6	1,91	3/4”	83,1	108,1	140,5
7	2,22	7/8”	119,8	155,8	202,5
8	2,54	1”	136,9	178,0	231,4

Nota: La tabla muestra el traslapo del refuerzo basado en NSR-10 Literal C.12.2.2, con resistencia del hormigón F’c= 28, fy = 420 MPa.

De acuerdo a la tabla 6, el traslapo Clase A y Clase B se diferencian porque el Clase B corresponde a 1.3 veces el traslapo Clase A, tal como se detalló en el Literal 2.4.2 del presente documento.

C.12.3 Longitud de desarrollo de barras corrugadas a compresión. Mediante la siguiente tabla 7, se puede apreciar los traslapos en barras de acero a compresión.

Tabla 7

Longitud de traslapo para barras a compresión

Varilla N°	Diámetro (cm)	Diámetro (Pulg)	Traslapo Clase A (cm)	Traslapo Clase B (cm)	Traslapo E > 30cm (cm)
3	0,95	3/8”	36,7	47,7	61,9
4	1.27	1/2"	48,9	63,5	82,6
5	1,59	5/8”	61,1	79,4	103,2
6	1,91	3/4”	73,3	95,3	123,9
7	2,22	7/8”	106,9	139,9	180,7
8	2,54	1”	122,2	158,8	206,5

Nota: La tabla muestra el traslapo del refuerzo basado en NSR-10 Literal C.12.3, con resistencia del hormigón F’c= 28, fy = 420 MPa.

Mediante la tabla 6 y 7, se puede apreciar la longitud necesaria para el traslapo del refuerzo, según parámetros de la norma NSR-10.

3.1.3.4 Muros de Mampostería. Para viviendas de 3 niveles en el municipio de Ocaña, es importante mencionar el Literal D.1.3 del Título D, de la NSR-10, que especifica que la supervisión técnica aplica para edificaciones que superen el área construida de 3.000 $\boldsymbol{m^2}$, por lo cual teniendo en cuenta que no hay una obligatoriedad en la supervisión técnica para la construcción de viviendas de 3 niveles, con un área menor, como lo es el caso más común en Ocaña; los parámetros más relevantes para el seguimiento y control en muros de mampostería se relacionan a continuación según la NSR-10:

Tipo de Unidades de Mampostería: Según el Literal D.3.4 de la NSR-10, la mampostería puede ser en bloque de perforación vertical, bloques en perforación horizontal, o macizos.

Espesor mínimo de muro: Según el Literal D.10.3.3 de la NSR-10, el espesor nominal de muros no debe ser menor a 110 mm. Y la relación entre la altura libre del muro y el espesor no debe ser mayor a 25.

Elementos de Confinamiento: Según el Literal D.10.5 de la NSR-10, el grosor menor para elementos de confinamiento (vigas y columnas), se considera el mismo espesor del muro, es decir mayor o igual a 110 mm. El área mínima para elementos de confinamiento es de 200 cm^2.

Curado de la mampostería: De acuerdo al Literal D.4.10 de la NSR-10, se establece el curado de la mampostería para dos tipos de unidades que son:

Bloques en concreto: Se debe proteger contra las condiciones climáticas del medio ambiente, y la exposición agresiva del sol durante los 3 primeros días después de pegadas las unidades. No se debe humedecer con riego de agua el muro instalado, si no humedecer con brocha solo las juntas de mortero de pega de los mampuestos, sin mojarlos.

Bloques en arcilla: Deben curarse los primeros 7 días humedeciendo con riego de agua el muro colocado.

Como parte de las disposiciones normativas más relevantes a tener en cuenta en las edificaciones de 3 niveles en Ocaña, es importante considerar las regulaciones ambientales, debido a los sobrantes, escombros o residuos sólidos que se presentan en construcción y se debe considerar lo siguiente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Resolución 0472 de 2017. En donde se dictan disposiciones adicionales y se reglamenta la gestión integral de residuos generados en actividades de construcción y demolición o RCD.

3.2 Requerimiento normativos para el control SST, en la construcción de viviendas de 3 niveles

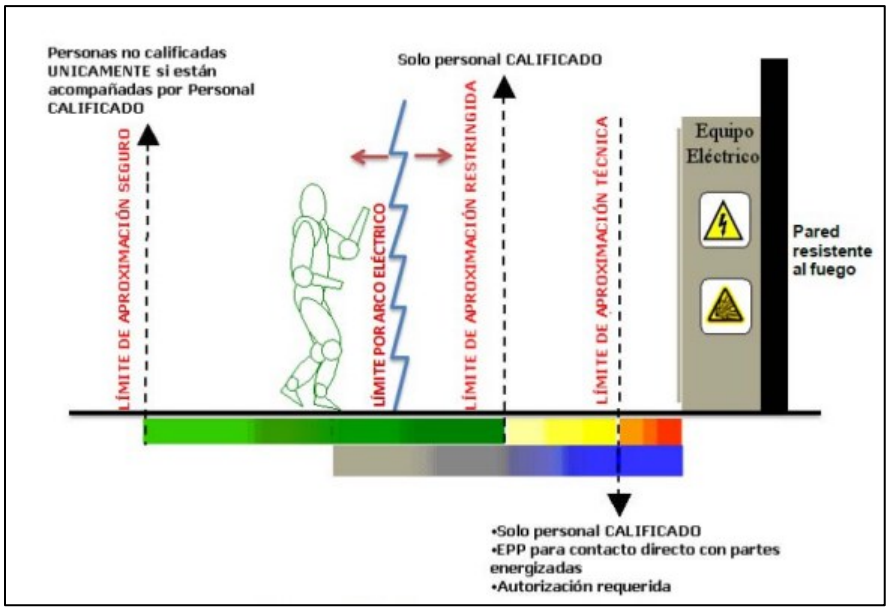
La función principal del componente SST en la construcción consiste en brindar las condiciones mínimas para que el trabajador no ponga en riesgo su integridad a causa de desconocimiento.

3.2.1 Instalaciones eléctricas

Con respecto a los parámetros de control normativo, para el seguimiento del sistema de salud y seguridad en el trabajo necesario para mitigar el riesgo a los obreros, se puede mencionar la norma RETIE en su Artículo 13.4 Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas, se determina teniendo en cuenta las distintas formas en que se puede presentar una zona energizada. Ver figura 32.

Figura 32

Esquema de riesgo eléctrico



Nota: Tomado de Reglamento técnico de instalaciones eléctricas - RETIE 2013

De acuerdo a la figura 31, Según la norma RETIE, el límite de aproximación seguro en zonas energizadas donde existe riesgo eléctrico, debe tener una separación mínima de trabajo cercanos a estas zonas, los cuales se aprecian en la tabla 8:

Tabla 8

Distancia mínima de seguridad para trabajos cercanos a zonas energizadas

TENSIÓN DE LA INSTALACIÓN	DISTANCIA (m)
Instalaciones aisladas menores a 1000V	0,4
Entre 1 y 57,5 kV	3
Entre 57,5 y 110 kV	4
Entre 110 y 230 kV	5
Mayores a 230 kV	8

Nota: Tomado de Reglamento técnico de instalaciones eléctricas - RETIE 2013

3.2.2 Trabajo en Alturas

Resolución 1409 de 2012, reglamenta parámetros de seguridad para proteger a las personas de los trabajos en altura. A continuación, se relacionan los más importantes que deben tenerse en cuenta al trabajar en altura.

ARTICULO 11. CONTENIDO DE LOS PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN. En este caso con respecto a la capacitación operativa necesaria para realizar trabajos en Altura, se debe tener en cuenta el PARAGRAFO 2, el cual establece los estatus de formación en donde se debe desarrollar la intensidad mínima de acuerdo a los niveles:

1. Nivel básico: 8 horas; 5 de entrenamiento practico y 3 teóricas.

2. Nivel Avanzado: 40 horas; 16 teóricas y 24 entrenamiento practico.

ARTICULO 20. TRABAJO EN SUSPENSIÓN. Debe utilizarse una silla de trabajo en altura acoplada tanto al sistema de descenso como a la anilla pectoral del arnés cuando se realicen tareas que requieran un trabajo en suspensión durante más de cinco (5) minutos.

ARTICULO 22. CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA CAIDAS, la cual determina dos categorías de medidas de protección: pasivas y activas, según la Resolución 1409 de 2012. Cuando un trabajador realiza su tarea con poca o ninguna ayuda de otro, este tipo de medida de seguridad se denomina pasiva. Por el contrario, las medidas activas implican la participación del trabajador, así como los elementos de seguridad de sujeción corporal y punto de anclaje. En esta situación, es necesario utilizar un arnés de cuerpo entero, disponer de una línea de vida y de un punto de anclaje fijo. Ver figura 33.

Figura 33

Uso de Arnés de cuerpo completo



Nota: Tomado de El Oficial (2019).

Norma Técnica Colombiana NTC 1642. La cual determina los requerimientos generales para el uso de andamios, en donde se resaltan los parámetros más relevantes a tener en cuenta en la construcción de viviendas de 3 niveles, los cuales corresponde a:

- La base del andamio, también conocida como amarre, debe ser estable, fuerte y capaz de soportar la carga máxima prevista sin asentarse ni desplazarse. No es apropiado utilizar materiales inestables como barriles, cajas o bloques como soportes de andamios o plataformas.

- Cuando el andamio supere alturas de 3 metros sobre la superficie, se deberá utilizar barandillas de seguridad en los lados abiertos. El alto de las barandillas instaladas como mínimo debe ser de 0,9 metros.

- Cuando un andamio está a 3 metros o más del suelo o del piso, deben utilizarse líneas de vida y cinturones de seguridad si el andamio permite que la plataforma de trabajo se mueva.

- La distancia a la que los tablones del andamio se extienden o sobresalen de los soportes de los extremos debe estar comprendida entre 15 cm y 45 cm, si no están asegurados en ambos extremos. La plataforma prefabricada y los tablones deben sobresalir de los soportes de los extremos un mínimo de 30 cm y un máximo de 45 cm, si no están sujetos o asegurados en ambos extremos con ganchos u otro método comparable.

- Se deben utilizar pernos de anclaje, pernos de amarre u otros sujetadores similares para sujetar los andamios a estructuras permanentes; no se deben utilizar pernos de anclaje para limpieza de ventanas.

- Los trabajos en andamios no deben realizarse en medio de una tormenta o de fuertes vientos.

- Está prohibido amontonar o acumular residuos, materiales o herramientas en una plataforma de andamio.

3.2.3 Andamios y Escaleras

Para el control de actividades en obra que requieran de escaleras o andamios, se deben tener en cuenta disposiciones normativas que reglamentan su uso, las cuales se basan en la Resolución 2400 de 1979, Capitulo III. DE LOS ANDAMIOS Y ESCALERAS. En donde se relacionan los artículos más relevantes que corresponden a:

Artículo 628. Para andamios de madera se rige: a) La madera debe estar seca, y debe proveerse escalera cuando se supere la altura de 3,5 m. b) Las barandas deben ser de alto 90 cm y anclada por listones separados a 150 cm de distancia.

Artículo 629. Los andamios que se apoyan en una sola fila de soportes deben fijarse a la pared por un extremo. Deben fijarse firmemente a la obra principal en caso de que no se disponga de anclaje.

Artículo 633. En este artículo se reglamenta la obligatoriedad de los trabajadores a cerciorarse que los andamios a utilizar se encuentran en excelentes condiciones y aptos para utilizarse. Igualmente se establece que los trabajadores deben usar cinturón de seguridad.

Artículo 635. Cada escalera debe ser un metro más alta que el punto más alto que deben alcanzar los usuarios.

Artículo 636. Está prohibido que las escaleras se apoyen sobre ladrillos sueltos u otros objetos inestables. Sólo se permite que se apoyen sobre superficies sólidas, niveladas y llanas.

Artículo 638. Es necesario que un trabajador esté en la base de una escalera para evitar que resbale cuando no pueda fijarse a la pared o mantenerse de pie de forma estable. Es mejor evitar doblar las escaleras más de lo necesario.

Artículo 644. Cuando se utilicen escaleras portátiles o de doble sección, el ángulo en el que se trabaje debe contar con una distancia horizontal de separación igual a un cuarto (1/4) de su longitud.

Capítulo 4. Variables de control técnico y SST en los distintos procesos constructivos para la construcción de vivienda de 3 niveles

El siguiente capitulo relaciona las variables más relevantes que se deben tener en cuenta a la hora de realizar el control técnico y SST, en la edificación de viviendas de 3 niveles en el municipio de Ocaña, Norte de Santander.

4.1 Seguimiento y control Técnico

A continuación, mediante los siguientes literales, se pueden apreciar las variables de control técnico en la construcción de viviendas de 3 niveles.

4.1.1 Cimentaciones

Para el caso de las cimentaciones, para el caso de construcción de viviendas de 3 niveles, se construye de forma tradicional mediante zapatas de cimentación que pueden ser zapatas medianeras concéntricas y excéntricas, tal como se detalló en el Literal 2.3.2 de la presente investigación. Las variables de control técnico a supervisar durante el proceso constructivo corresponden a:

1. Antes de comenzar las actividades de excavación para zapatas se deben revisar dimensiones y medidas con hiladeros para definir la ubicación exacta de cada zapata

dentro del predio a construir. Se recomienda usar equipos topográficos para mayor precisión.

2. Dependiendo de la profundidad de excavación indicada de acuerdo al estudio de suelos y diseño estructural, si por factores externos aflorase nivel freático durante la excavación, se recomienda instalar una capa de graba y posteriormente un concreto ciclópeo, por debajo del nivel de la zapata.
3. Se debe instalar un concreto pobre una vez realizada las excavaciones de zapatas, con el fin de aislar el concreto de la zapata.
4. Luego del armado de acero, verificar el recubrimiento de la parrilla de la zapata, así como también verificar los ganchos del pedestal o acero vertical que conformara el acero para las columnas.

4.1.2 Vigas y columnas

Para el caso de vigas, en una construcción de vivienda de 3 niveles, se tienen vigas sobre cimiento, vigas aéreas y viga cinta de amarre. En general las variables de seguimiento y control técnico que se deben tener en cuenta corresponden a:

1. Para vigas sobrecimiento o en contacto con el suelo, verificar el uso un concreto pobre de aislamiento antes de fundir las vigas.
2. En el figurado y armado de acero de refuerzo para vigas, se deben verificar que los traslapos no queden en una misma posición, es decir, deben quedar de forma alterna,

y deben cumplir con las longitudes mínimas de traslapo determinadas por la norma NSR-10 C.12.2.2. En todo caso, un traslapo no puede ser menor de 30 cm.

3. Verificar la separación de estribos y longitud de desarrollo (ganchos) de según lo determinado en los planos estructurales.
4. Una vez comenzada la actividad de instalación de formaletas, verificar que estas se encuentren aplomadas y sujetadas de forma que no se valla a deformar el elemento al vaciar el concreto.
5. Se debe verificar el recubrimiento del acero, el cual para elementos en contacto con el piso se recomienda de 5 cm.
6. Verificar la mezcla de concreto y la calidad de los materiales antes de preparar la mezcla de concreto, el cual debe cumplir con el diseño de mezclas realizado para los materiales que se esperan utilizar.
7. Se recomienda que el vaciado de las vigas sea continuo y no queden juntas frías en especial en las zonas de máxima flexión.
8. Verificar el uso de vibrador de concreto para evitar la falta de asentamiento del concreto y por ende la perdida de resistencia.
9. Posterior a la fundida de vigas, se debe realizar el correcto curado del elemento aplicando agua 24 horas después de fundido.

4.1.3 Construcción de Muros en Mampostería

Para el seguimiento y control de muros en mampostería se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

1. Antes de colocar los bloques estos deben estar humedecidos, para que no absorban la humedad del mortero de pega. Según Bolaño et al. (2017), los bloques de arcilla deben sumergirse en agua antes de la instalación, si su índice de absorción es superior a 0,15 gramos por minuto por cm2, y 24 horas antes de la instalación si es superior a 0,25 gramos por minuto por cm2.
2. Durante la jordana laboral por día, solo se debe autorizar la construcción de 5 o 6 hiladas, que no superen la altura de 1,3 m según recomendación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (S.f.). ya que, de superarse esta altura, la junta horizontal corre el riesgo de comprimirse perdiendo su aplomo o verticalidad.
3. Se debe utilizar andamios y escaleras, luego de superar una altura en hiladas de 1,3 m.
4. Verificar el uso de aplomo para la verticalidad del bloque y usar nivel para verificar las hiladas de bloques queden Horizontales.
5. Verificar que la brecha entre bloques no supere los 1.5 cm máximo.
6. Verificar que el motero de pega horizontal para las hiladas de bloques se instale en una longitud no superior a 80 cm, de lo contrario no se garantiza que la mezcla se adhiera correctamente
7. Verificar que se utilicen bloques maestros e hilo para ir controlando la horizontalidad de cada hilada de bloques.
8. Para la construcción de Dinteles según lo estudiado por Minke G. (s.f.), recomienda se utilicen marcos en concreto reforzado o en ultimas solo la viga superior, pero que ésta supere la longitud del vano en cada lado con una longitud mínima de 30 cm.

4.1.4 Instalación de morteros

Para los diferentes muros de mampostería en donde se apliquen revoques, morteros o pañetes, es importante tener en cuenta las siguientes variables de control técnico, que aplican para la construcción de viviendas de 3 niveles en el municipio de Ocaña.

1. Verificar que antes de comenzar la instalación del mortero, se humedezca el muro de mampostería con agua. Se recomienda para una mejor adherencia del mortero al muro utilizar una lechada de agua-cemento para humedecer el muro antes de instalar el mortero.
2. Verificar colocación de guías maestras para pañete a una distancia máxima de espaciamiento de 2 metros.
3. Verificar espesor del pañete mediante el espesor de las guías que oscile entre 1,5 cm a 2 cm.
4. Luego de instalado las guías maestras verificar el uso de reglas de madera o metálicas para la colocación del mortero.
5. Verificar aplomo del muro empañetado.
6. Es importante verificar que en el pañete se hagan las dilataciones de máximo 1 cm de ancho en aquellos sitios que se ajusten a elementos estructurales como vigas o columnas.
7. Verificar que se realice el curado del pañete al día siguiente de instalado. Se recomienda realizar rocío de agua al pañete instalado durante los próximos 3 a 7 días.

4.1.5 Losas de entrepiso

Para la construcción de viviendas de 3 niveles, es importante llevar un control técnico a los procesos constructivos necesarios para las losas de entre piso, el cual haciendo referencia a las técnicas constructivas que se realizan en el municipio de Ocaña, las losas más usadas corresponden a placa fácil y losa nervada en una dirección con aligerante en bloquelones.

4.1.5.1 Losas en Placa Fácil. Para la construcción de losas con sistema constructiva en placa fácil, se deben tener en cuenta los siguientes parámetros de seguimiento y control.

1. Verificar en obra el almacenamiento adecuado y la no presentación de corrosión de los perfiles placa fácil o perfil HNR.
2. Verificar que se aplique pintura anticorrosiva a los perfiles placa fácil antes de comenzar su uso.
3. Verificar que la luz libre entre apoyos no supere una distancia de 4,20 m para el caso de aligerantes en bloquelones de arcilla. En caso de usar aligerantes en poliestireno se puede tener una luz libre entre apoyos de 5 m.
4. Si se tienen luces entre apoyos mayores a 2,5 metros, se debe verificar el uso de parales, para el apuntalamiento con el fin de evitar que los perfiles sufran deformación a flexión por exceso de peso.
5. Verificar la instalación de bloquelones o aligerantes, que no se encuentren con fisuras y/o en mal estado.

6. Se debe verificar que los perfiles deben estar apoyados sobre las vigas o muros de cargue entre 1,5 cm y 2,5 cm.
7. Verificar que las instalaciones hidrosanitarias se instalen sobre los bloquelones.
8. Luego de instalada la tubería verificar la instalación de malla electrosoldada y traslapos de mínimo 20 cm.
9. Verificar que se humedezca con agua los bloquelones instalados antes de comenzar la fundida de concreto.
10. Una vez comenzado la fundida de concreto, verificar que inicialmente se rellenen de concreto los perfiles de placa fácil. Posteriormente si se funde la totalidad de la losa.

El sistema para losa de entrepiso en placa fácil, presenta la ventaja de que no requiere de gran cantidad de formaletas para su instalación y fundida., no obstante, es un método que no se recomienda para zonas de amenaza sísmica alta, ya que no tienen gran capacidad de soportar esfuerzos cortantes, puesto que está placa esta sobrepuesta sobre la viga o muros y no hacen parte de del nudo rígido viga-columna o viga-losa.

4.1.5.2 Losa nervada. Las losas nervadas hacen referencia a las losas aligeradas que pueden ser una o dos direcciones, en este caso, para la construcción de viviendas de 3 niéveles, es común usar losas nervadas en una dirección. Las variables de seguimiento y control técnico a tener en cuenta corresponden a:

1. Instalación de largueros formaletas y puntales. Este tipo de losas, se requiere de una correcta instalación de formaletas en toda el área a fundir de concreto. Inicialmente se

debe verificar la instalación de largueros en donde se apoyarán los tableros o formaletas que conformaran el encofrado de la losa, dichos largueros deben estar apoyados con puntales a cada 60 cm aproximadamente, dependiendo del material si es madera o metálico. Posteriormente se debe verificar el nivel de la formaleta instalada que servirá de apoyo para la losa a fundir.

2. Verificar el correcto armado del acero en vigas cargueras y viguetas, teniendo en cuenta despieces, traslapos y ganchos, de acuerdo a los diseños estructurales y de no existir diseños, tener en cuenta los parámetros normativos establecidos en el literal 3.1.3.3 del presente documento o en el Capítulo C-7 de la Norma NSR-10.
3. Verificar recubrimiento mínimo entre el acero de la losa y la formaleta de 2 cm para viguetas y de 4 cm para vigas cargueras, según lo establecido en el Capítulo C-7 NSR-10.
4. Verificar instalación de tuberías que no superen el 1/3 de la sección transversal de la losa. Igualmente verificar que la tubería embebida en elementos estructurales no supere el 4% de la sección transversal del muro.
5. Verificar que la distancia paralela entre dos tuberías que pasan por un elemento estructural (viga, vigueta o columna) sea mayor o igual al diámetro de la tubería.
6. Verificar instalación de casetones aligerantes en adobe o poliestireno.
7. Una vez comenzado la fundida de concreto, verificar el uso de vibrador de concreto.
8. Verificar el retiro de formaleta y curado durante los primeros 7 días.

Para Ocaña NTS, se recomienda el sistema constructivo de losas aligeradas en una orientación, para la construcción de viviendas de 3 niveles, ya que ofrece un mejor comportamiento estructural al presentarse eventos sísmicos.

4.1.6 Escaleras

Para la construcción de escaleras en viviendas de 3 niveles, por lo general, se hace de forma convencional en concreto reforzado usando el método constructivo de losa o viga simplemente apoyada o el método constructivo de escalera autoportante. Las variables de seguimiento y control para escaleras tanto portantes como autoportantes, corresponden a:

1. Verificar el trazado inicial para cada peldaño de la escalera (huella y contrahuella). Igualmente verificar el trazado del espesor de la losa bajo peldaños.
2. Verificar la correcta instalación y fijación de los puntales y formaletas para la losa base de los peldaños que conforman la escalera.
3. Verificar que se instale primero el acero de refuerzo antes de colocar las formaletas para los peldaños (gradas).
4. El acero de refuerzo longitudinal debe estar anclado y apoyado a una viga de cimentación, viga carguera o viga de entrepiso, por lo cual se debe verificar el correcto amarrado del acero, el desarrollo de las barras.
5. Para el caso de escaleras autoportantes, las cuales no están apoyadas mediante una viga intermedia, se deben colocar juntas sísmicas de dilación en icopor, ya que las escaleras no hacen parte del comportamiento de la estructura.
6. Verificar que las juntas sísmicas de dilatación en icopor, se coloquen en los costados de la escaleta que colinda con los muros y columnas de la edificación.
7. Verificar la dosificación y fundida de concreto para escalera.

8. Verificar el correcto curado del concreto instalado para cunetas y el retiro de formaletas 10 días después de fundida.

4.2 Seguimiento y control SST

La seguridad y salud en el trabajo SST, es un factor importante para minimizar el riesgo y los peligros a los cuales se exponen el personal de obra durante el desarrollo de las diferentes actividades que puede contemplar la construcción de viviendas de 3 niveles. A nivel de Ocaña NTS, se presenta la dificulta, que, al tratarse de viviendas de tres niveles en espacios con áreas pequeñas, no requieren y no clasifican para poder llevar a cabo una supervisión privada, razón por la cual a continuación se relacionan algunos requerimientos para el seguimiento y control SST, en la construcción de viviendas.

4.2.1 Control de Excavaciones

El control de excavaciones en este caso es importante para la distribución de las zapatas que condescienden una vivienda de 3 niveles, los cuales debido a los riesgos que representa esta actividad, se tiene en cuenta:

1. Verificar en la excavación para zapatas que, cuando la profundidad de excavación sea mayor a 1,5 mts, deben ser entibadas o apuntaladas.
2. Verificar la señalización perimetral alrededor de la excavación para zapatas, con el fin de alertar sobre el riesgo de caer sobre la zanja excavada.

3. Verificar que el material proveniente de la excavación se amontone a una longitud de separación de la excavación mínima de 60 cm.

4.2.2 Control de trabajos en Altura

Con respecto a la edificación de viviendas de 3 niveles, los trabajaos en altura se presentan desde que se comienza la construcción del segundo piso, en donde se debe aplicar diferentes controles SST, para mitigar su riesgo. Estos controles corresponden a:

1. Para el uso de andamios, verificar que los andamios recibidos en obra, se encuentren en buen estado sin fallas o fisuras en sus conexiones soldadas.
2. Verificar que los andamios se encuentren anclados a un punto de fijación.
3. Verificar uso de arnés y línea de vida de los trabajadores sobre andamios cuando superen una altura de 1,5 m.
4. Para el uso de equipos de trabajo en alturas (arnés, línea de vida), se deben verificar las costuras del Arnés se encuentren completas y en perfecto estado.
5. Para trabajos en donde el trabajador va a estar suspendido, si se superan los 30 min suspendido, se debe verificar el uso de silla flotante.

Capítulo 5. Recomendaciones de Interventoría privada para el seguimiento, control técnico y SST en la construcción de viviendas unifamiliares de 3 niveles

Con respecto a las recomendaciones interventoría privada, teniendo en cuenta las variables a controlar estudiadas en el capítulo anterior, para el caso de llevar a cabo un control desde el punto de vista de la interventoría técnica en el sector privado de la construcción, de acuerdo a la normatividad colombiana según la Norma NSR-10 y la Ley 400 de 1997, se establece la supervisión técnica que hace referencia a la interventoría privada para proyectos que superan los 2000 m2 en área construible, en este caso al tratarse de construcción de viviendas de 3 niveles se establecen las siguientes recomendaciones que pueden ser aplicadas a la construcción de viviendas en Ocaña. Ver tabla 9.

Tabla 9

Recomendaciones de Interventoría en el sector privado

ETAPA	DESCRIPCIÓN	Marco Normativo	RECOMENDACIÓN
Etapa Inicial Planeación	Estudios y diseños	* NSR-10 – Sismo Resistente. * NTC-1500 – Conexiones hidrosanitarias. * RETIE – Instalaciones eléctricas.	Como parte de la interventoría técnica desde la etapa inicial del proyecto, se debe poner en conocimiento al interventor los estudios y diseños realizados para el proyecto, en donde pueda verificar parámetros normativos en cumplimiento de la normatividad vigente, así como los debidos estudios de suelos realizados.
	Licencia de construcción	* Decreto 1203 de 2017 * Ley 1796 de 2016	Verificar que la licencia de construcción contenga cada uno de los parámetros para su aprobación de acuerdo al decreto 1203 de 2017. Posterior a la aprobación verificar que las obras se inicien y terminen en la vigencia de la licencia.

ETAPA	DESCRIPCIÓN	Marco Normativo	RECOMENDACIÓN
Etapa Inicial Planeación	Programación	* Ley 1796 de 2016	Para el caso regional, a nivel del municipio de Ocaña, se debe exigir al contratista o constructor, hacer entrega de una programación de obra o flujo de inversión discriminando el periodo de ejecución de actividades en obra, relacionando su costo por cantidades de obra.
Etapa Constructiva	Calidad en los materiales	* NTC 121- Calidad del cemento. * EPM NC-MN-OC07-01: Almacenamiento materiales.	Como parte de una interventoría privada, se debe exigir al contratista el uso de materiales confiables de calidad, por lo cual se recomienda el uso de materiales de marcas reconocidas.
	Dosificación de mezcla de concreto	* NSR-10 - Literal C.5.8.1. * Norma NTC 3459-Calidad Agua. * Norma NTC 396-Asentamiento concreto * Norma NTC 3318-Disposiciones varias para la mezcla de concreto	Se debe exigir al contratista de la obra, hacer entrega de la dosificación de los materiales para la mezcla de concreto, esto con el fin de garantizar que si cumpla con la resistencia del concreto especificada para la construcción. En este caso, se debe verificar la fuente de materiales que al menos cuente con un título minero de explotación de cantera o una licencia ambiental, esto con el fin de comprar material certificado y no incurrir en la ilegalidad.
	Aceros de refuerzo	* Norma NSR-10 Literal C.7: • C.7.1 – Ganchos. • C.7.6 Espaciamiento entre barras. • C.7.7 Recubrimiento. • C.12.2 Traslapos.	Se debe verificar constantemente en obra los distintos despieces del acero que llevan los diferentes elementos estructurales en la construcción de viviendas de 3 niveles. Se debe verificar que se cumplan con las longitudes de traslapos y ganchos. Se debe verificar el almacenamiento del acero en obra.
	Ensayos de laboratorio	* NTC 454- muestras de concreto. *NTC 550- Medidas de moldes para muestras. * NSR-10 Literal C.5.6.2.1	Se recomienda que como interventoría privada, se realicen cilindros de concreto para ensayar posteriormente en laboratorio, de forma aleatoria.
	Excavación Manual	* Resolución 2400 de 1979 * EPM NC-MN-OC03-02 * Ministerio de trabajo - Guia de Trabajo Seguro en Excavaciones (2014).	Verificar que después de 1,5 mts de excavación de zapatas, se debe entibar las paredes de la excavación. Verificar que el material de excavación se acopie no menor de 60 cm del borde de la excavación.

ETAPA	DESCRIPCIÓN	Marco Normativo	RECOMENDACIÓN
Etapa Constructiva	Estructuras en concreto reforzado	* ACI 347-04 – Instalación formaletas. * NSR-10 – Literal C.5.10: Vaciado de concreto. * EPM NC-MN-OC07-01: Retiro formaletas * ACI 318 – Embebidos en concretos. * ACI 308 – Curado del concreto.	Verificar la calidad de formaletas y su fijación al instalarse. Verificar el correcto vaciado de elementos estructurales. Verificar el tiempo mínimo para el retiro de formaletas según el elemento estructural. Verificar que las tuberías embebidas en el concreto no superen el 4% de la sección transversal en vigas y columnas, y 1/3 de la sección transversal en losas. Verificar el curado del concreto y la metodología utilizada para desarrollar la actividad. Verificar en losas nervadas el correcto cimbrado y nivel de las formaletas instaladas.
	Muros en mampostería	* NSR-10 Titulo D: • D.10.3.3 Espesor de muros. • D.10.5 Elementos de confinamiento. • D.4.10 Curado de mampostería. * Resolución 0472 de 2017	Para el uso de bloque H-10, verificar que no se hagan mas de 5 o 6 hiladas en el día ó 1.3 m de altura de muro. Verificar que la brecha entre bloques sea entre 1,5 a 2 cm. 6. Verificar que el motero de pega horizontal para las hiladas de bloques se instale en una longitud no superior a 80cm.
Control SST	Control de seguridad en obra	* Resolución 1409 de 2012. * Resolución 2400 de 1979 * NTC 1642 - Andamios	Se debe verificar que el contratista de obra suministre al personal los debidos elementos de protección personal EPP. Cuando se realicen trabajos en altura, se debe verificar la estabilidad de los andamios, antes de que el personal los ponga en uso, igualmente se recomienda capacitar al personal antes de montarse en los andamios, en caso de que no cuenten con un curso básico o avanzado en alturas.
|Controles Administrativos	Registro fotográfico	* Ley 1796 de 2016	Dependiendo de la permanencia de la interventoría en obra, se recomienda realizar un registro fotográfico de las actividades que se realizan en obra, en especial llevar registro fotográfico de los elementos estructurales antes del vaciado de concreto.
	Bitácora de obra	* Ley 1796 de 2016	Se debe llevar a cabo el registro diario de las actividades que se ejecutan en obra.

ETAPA	DESCRIPCIÓN	Marco Normativo	RECOMENDACIÓN
|Controles Administrativos	Correspondencia	* Ley 1796 de 2016	Se recomienda llevar a cabo la trazabilidad de los reportes o comunicados entre el propietario y la interventoría privada.
	Avance financiero	* Ley 1796 de 2016	Con el fin de llevar un mejor control en la ejecución de las obras o atraso de las mismas, se recomienda llevar a cabo el control de avance físico ejecutado vs acumulado, con el fin de evaluar el trabajo y la eficiencia del contratista de obra.

Nota: El texto que acompaña las referencias de la columna de "Marco Normativo", no corresponde al título de la norma referenciada, sino que es un complemento para comprender a que se refiere la norma citada.

De acuerdo a la tabla 9, con respecto a los controles administrativos de interventoría privada, aplicado a la construcción de viviendas de 3 niveles, solo se hace referencia al marco normativo de la Ley 1796 de 2016, la cual reglamenta la supervisión técnica en construcciones con áreas mayores a 2000 m2.

Las recomendaciones de interventoría establecidas en la tabla 9, corresponde al resultado de la investigación y son aplicables para la construcción de viviendas de 3 niveles, y viviendas informales que no cuenten con una supervisión técnica reglamentada.

Conclusiones

Con relación a los aspectos generales para la construcción de viviendas de 3 niveles, se concluye que independientemente de los acabados que se quieran colocar a este tipo de construcciones, se debe llevar un seguimiento y control técnico a las actividades que contemplan el desarrollo de la estructura y de concretos estructurales, así como también muros estructurales, ya que el correcto desarrollo de estas actividades, son las que garantizan la estabilidad de la estructura. Es por esto que en el desarrollo de la presente investigación no se contemplan conceptos generales para los acabados en edificaciones.

Para la construcción de viviendas de 3 niveles en el municipio de Ocaña Norte de Santander, actualmente solo se exige la elaboración de los estudios previos para la licencia de construcción, sin embargo, no existe dentro de la jurisprudencia colombiana, una ley o norma que obligue a llevar a cabo interventoría o supervisión técnica para este tipo de proyectos, lo que repercute en la falta de supervisión y falta de control en la calidad de este tipo de edificaciones.

Con respecto a las variables definidas para el control técnico en la construcción de viviendas de 3 niveles, se concluye que se debe hacer énfasis y tener mayor cuidado, en la calidad de las actividades realizadas para la construcción de elementos de hormigón reforzado como zapatas, vigas, columnas, losas, y muros, ya que estos elementos son los que garantizan la estabilidad y seguridad de la estructura ante un evento sísmico.

En conclusión, tomando como referencia la figura 30 de esta monografía, la construcción de viviendas en Ocaña, cuando se trata de viviendas de 3 niveles y construcción informal, carece de una supervisión o interventoría técnica, lo que resulta en procesos constructivos de baja calidad y en la exposición al riesgo de accidentes de trabajo por el desconocimiento de parámetros de seguridad y normativa que aplica para el caso. No obstante, existe un vacío normativo, puesto que la norma NSR-10 y demás requerimientos de ley en Colombia, obligan a contar con una supervisión privada cuando las edificaciones superan un área en planta de 2000 metros cuadrados, medida que, por lo general, no aplica para el tipo de vivienda convencional de 3 niveles que se construye en espacios reducidos de 100 a 200 metros cuadrados de área en planta.

Referencias

Aceros Arequipa (s.f.). *Pasos para hacer empalmes de fierros de construcción correctamente.* Construyendo Seguro. https://www.construyendoseguro.com/pasos-para-hacer-empalmes-de-fierros-de-construccion-correctamente/

Acesco (2019). *Manual de Instalación Master 1000 de Acesco.* https://acesco.com.ec/wp-content/uploads/2019/09/Manual_de_instalacion_master_1000.pdf

Alvis y Guerra (2017). *Análisis técnico, económico y constructivo del uso de empalmes mecánicos roscados en edificaciones.* [Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C.]. Repositorio Udistrital. https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6084/AlvisFonsecaDiegoArmando2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y

American Concrete Institute ACI, (2017). *ACI 347R Guía de encofrado para hormigón.* Scribd. https://es.scribd.com/document/536697328/ACI-347R-14-Guide-to-Formwork-for-Concrete#

Angulo Guerra F. (2012). *Cubiertas en la arquitectura colonial y republicana de Cartagena de Indias, Turbaco y Arjona.* (1ª ed.). Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/publication/field_attached_file/cubiertas_en_la_arquitectura_colonial_y_republicana_de_cartagena_turbaco_y_arjona.pdf

Avendaño y Cuevas (2017). *Implementación de empalmes mecánicos en el acero de refuerzo para elementos de concreto armado.* [Trabajo de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua]. Repositorio Institucional. https://repositorio.unan.edu.ni/3664/1/42313.pdf

Bolaño et al. (2017). *Especificaciones técnicas constructivas muros de mampostería estructural muros de mampostería confinada.* [Trabajo de pregrado, Universidad del Norte, Barranquilla, Atlántico]. Jeisitobon. https://jeisitobon.files.wordpress.com/2017/09/especificaciones-tc3a9cnicas-de-construccic3b3n.pdf

Carcamo y Fernández (2020). *Análisis de la dinámica del trabajo informal de la construcción en la ciudad de Ocaña norte de Santander.* [Tesis de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña]. Repositorio Institucional. http://repositorio.ufpso.edu.co/handle/123456789/2708

Carrillo P. (2020). *Proponer una estrategia de seguridad y salud en el trabajo que mitigue el índice de accidentalidad en las obras de construcción.* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional. https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/25772/1/PROPONER%20UNA%20E

STRATEGIA%20DE%20SEGURIDAD%20Y%20SALUD%20EN%20EL%20TRABAJO%20QUE%20MITIGUE%20EL%20%C3%8DNDICE%20DE%20ACCIDENTALIDAD%20EN%20LAS%20OBRAS%20DE%20CONSTRUCCI%C3%93N.pdf

Castro & Melara (2016). *Propuesta metodológica para la supervisión estructural de viviendas en altura de tres niveles, usando las normativas de diseño y construcción aplicadas en el salvador.* [Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador]. Repositorio Institucional. https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/12397/1/Propuesta%20metodol%C3%B3gica%20para%20la%20supervisi%C3%B3n%20estructural%20de%20viviendas%20en%20altura%20de%20tres%20niveles%2C%20usando%20las%20normativas%20de%20dise%C3%B1o%20y%20construcci%C3%B3n%20aplicadas%20en%20El%20Salvador.pdf

Congreso de Colombia (2016). Ley 1796 de 2016. Por la cual se establecen medidas enfocadas a la protección del comprador de vivienda, el incremento de la seguridad de las edificaciones y el fortalecimiento de la Función Pública que ejercen los curadores urbanos, se asignan unas funciones a la Superintendencia de Notariado y Registro y se dictan otras disposiciones. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78234

Consumcab (s.f.). *Vaciado del concreto en columnas.* https://www.consumcabcc.com/vaciado-del-concreto-en-columnas/

Curaduría Urbana (s.f.). *Requisitos para solicitar licencia de construcción modalidad de ampliación, modificación, y/o adecuación.* https://www.curaduria1villavicencio.com/requisitos-para-solicitar-licencia-de-construccion-modalidad-de-ampliacion-modificacion-yo

El Oficial (2019). *Proceso de instalación de Panel Master 1000.* https://www.eloficial.ec/proceso-de-instalacion-de-panel-master-1000/

Eternit (2022). *Manual de instalación de tejas onduladas.* https://www.eternit.com.co/wp-content/uploads/2022/12/Manual-De-Bolsillo-Cubiertas-Eternit.pdf

Fernan Civil (2022). *Construcción y planos de una escalera autosoportada o autoportante*. LIBRE INGENIERIA CIVIL. https://www.libreingenieriacivil.com/2022/03/armado-de-escalera-autosoportada-o.html

Fernan Civil (2023). *¿Qué pasaría si los ganchos de los estribos no se alternan a lo largo de una viga o columna?* LIBRE INGENIERIA CIVIL. https://www.libreingenieriacivil.com/2023/05/que-pasaria-si-los-ganchos-de-los.html

Función Publica (2017). Gestor Normativo. https://www.funcionpublica.gov.co/VisorSUIT/index.jsf?FI=79482#anclaPanel

GEOESTRUCTURAS S.A.S. (2016). Informe De Estudio De Suelos. https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10551/Bayonanagela20180.pdf

GERDAU Diaco (2012). *Manual del acero Gerdau Diaco para construcciones sismo resistentes*. https://www.gerdaudiaco.com/wp-content/uploads/2020/02/Manual-Sismoresistencia-2012.pdf

Guerrero R. (2018). *Análisis del perímetro urbano del municipio de Ocaña, Norte de Santander. A través del proceso de expansión urbana y la influencia de la vivienda residencial campestre.* [Tesis de Maestría, Universidad Santo Tomás, Bucaramanga]. Repositorio Institucional. https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16128

Guia de Trabajo Seguro en Excavaciones (2014). *Ministerio del Trabajo Comisión Nacional de salud ocupacional del sector de la construcción.* https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/51963/Gu%C3%ADa+de+Escavaciones+09+FEB.pdf/1892a703-82bc-3652-cdd7-5380e6e2079c

Jaramillo J. (2019). *Guía para la Implementación de Proyectos de Vivienda de Interés Social, Unifamiliar por sistema de Mampostería Confinada, en el Municipio de Convención Norte de Santander.* [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Institucional. https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/27562/2019jorgejaramillo.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Norma de construcción NC-MN-OC07-02 (2016) *Construcción de cimentaciones.* Empresas Públicas de Medellín EPM. https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/2017/NC-MN-OC07-02%20Cimentaciones.pdf

Norma de construcción NC-MN-OC03-02 (2017). *Estructuras Temporales de Construcción.* Empresas Públicas de Medellín EPM. https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/NC_MN_OC03_02_Estructuras_temporales_de_contencion_compressed.pdf?ver=FwYBym-_I-dOHsqT4hIoUw%3D%3D

Norma de construcción NC-MN-OC04-01 (2018). *Llenos compactados.* Empresas Públicas de Medellín EPM. https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/NC_MN_OC04_01_Llenos_compactados_compressed.pdf?ver=6oIX4BejKyz7KJBgxB2xHg%3D%3D

Norma Técnica Colombiana NTC-15000 (2017). *Código colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias.* https://serviciudad.gov.co/docweb/normograma/Tecnica/NTC-1500%202.pdf

NSR-10 (marzo, 2010). *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente Tomo 1.* Asociación nacional de empresarios de Colombia ANDI.COM. https://www.andi.com.co/Uploads/Reglamento_colombiano_construccion_sismo_resistente_636536179523160220.pdf

Martínez R. (2009). *Tubos y conductos en elementos estructurales de concreto armado*. SODIE - INGENIEROS ESTRUCTURALES. http://sodie-ingenieros.blogspot.com/2009/06/tubos-y-conductos-en-elementos.html

Minke G. (s.f.). 13. *Vanos para puertas y ventanas.* http://cidbimena.desastres.hn/pdf/spa/doc14388/doc14388-d.pdf

Páez D. (2006). Tipología estructural de muretes en mampostería solicitados a esfuerzos cortantes. *Revista Facultad de Ingeniería, de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.* 15(21). pp. 60-69. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413940754007

Pardo M. (2021). *Tipos de Dinteles en la construcción.* https://marcelopardo.com/dinteles/

Peña & Lozada (2012). *Documentación de los procesos constructivos de cimentación y estructura del edificio K de la Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga.* [Trabajo de Pregrado, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio Institucional.

https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1746/digital_22717.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Presidencia de la República de Colombia. (2015). Decreto 1077 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio. https://www.minvivienda.gov.co/system/files/consultasp/resolucion-reglamentacion_doc_etcr.doc.pdf

Presidencia de la República de Colombia (2017). Decreto 1203 de 2017. Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 1077 de 2015 Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio y se reglamenta la Ley 1796 de 2016, en lo relacionado con el estudio, trámite y expedición de las licencias urbanísticas y la función pública que desempeñan los curadores urbanos y se dictan otras disposiciones. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=82673

Quispe D. (2019). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017.* [Tesis de pregrado, Universidad Continental Huancayo Perú]. Core ac. https://core.ac.uk/download/pdf/266975184.pdf

Reglamento de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (2010). *Titulo A. Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente.* https://www.scg.org.co/Titulo-A-NSR-10-Decreto%20Final-2010-01-13.pdf

Reglamento técnico de instalaciones eléctricas - RETIE (2013). *Cambios relevantes al reglamento.* https://www.epm.com.co/site/Portals/2/images/Elisa/1%20RETIE%20evento%20abril%204%202014%20%5BModo%20de%20compatibilidad%5D.pdf

Rochel Awad R. (2012). *Análisis y diseño sísmico de edificios.* (2ª ed.). Fondo Editorial Universidad EAFIT. https://www.academia.edu/33610418/Analisis_y_diseno_sismico_de_edificios_Roberto_Rochel_Awad

Ruiz D. (2020). *Guía para la construcción de viviendas de uno y dos pisos con mampostería confinada basada en el reglamento NSR 2010 - Titulo E. https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/31739/2020diegoruiz2.pdf?sequence=2*

SAOV (2016). *Norma de construcción elementos estructurales en concreto.* EPM. https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/NC_MN_OC07_03_Elementos_estructurales_en_concreto_compressed.pdf?ver=M_SajwrGOjbrKDhZoPUo3g%3D%3D

SENA (1991). *Construcción Autogestionada Cubiertas.* (2ª ed.). SENA-Centro Tecnológico de mobiliario.

https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5232/Cubiertas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tipán & Villacís (2022). *Diseño de cimentaciones aisladas y losas de cimentación, en una edificación de 4 plantas para comparar los métodos: rígido y elástico, con el uso del programa informático SAFE.* [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana, Quito Ecuador]. Repositorio Institucional. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22209/1/UPS%20-%20TTS690.pdf

Torres C. (2019). *Importancia de una adecuada supervision técnica sobre el acero de refuerzo durante la ejecución de construcciones de edificaciones*. [Trabajo de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Ucatolica. https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/a3d9d83b-9da5-46db-867c-a708da038dea/content

Torres y Arias (2019). Identificación de malas prácticas constructivas en la vivienda informal. Propuesta educativa. *Revista Tecnura.* 23(59). https://www.redalyc.org/journal/2570/257059542004/

Universidad Distrital Francisco José de Caldas (S.f.). *Especificaciones Técnicas para Construcción de Viviendas.* https://sites.google.com/a/correo.udistrital.edu.co/manualviviendas/

Valdivia G. (2000). *Influencia del sistema de sujeción con alambre para armadura en concreto armado.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingenieria, Lima-Perú]. Docplayer. https://docplayer.es/74836181-Universidad-nacional-de-ingenieria-facul-tao-dejn-3enieria-civil-influencia-del-sistema-de-sujecion-con-alambre-para-armadura-en-concreto-armado.html

Vasquez I. (2021). *Evaluación de procesos constructivos para mejorar la calidad en la construcción de viviendas del programa techo propio, Nueva Cajamarca, 2020.* [Tesis de pregrado. Universidad Católica Sedes Sapientiae, Perú]. Repositorio UCSS. https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1279/Vasquez_Irvin_trabajo_suficiencia_2021.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Vera y Verduga (2017). *Análisis comparativo desde el punto de vista técnico – económico de los tipos de cubiertas utilizadas en las viviendas de la parroquia Ricaurte del Cantón Chone.* [Trabajo de pregrado, Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, Ecuador]. Repositorio Institucional. https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/619/1/ULEAM-IC-0011.pdf

Villarroel E. (2022). *“Influencia de los empalmes del acero de refuerzo en la resistencia a la flexión en vigas simplemente apoyadas, ciudad de Abancay, 2021”.* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay – Apurímac – Perú]. Repositorio Institucional.

https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/466/1/Influencia%20de%20los%20empalmes%20del%20acero%20de%20refuerzo-Villarroel%20Huillca%2C%20Eddison.pdf

Zuluaga I. (2011). *Parámetros para hacer eficiente la construcción de un Proyecto arquitectónico.* [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Pereira]. Repositorio Institucional. https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/4702/2/CDPEARQ240.pdf