

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

**DISEÑO DE EDIFICIOS CON LAS FUERZAS SÍSMICAS DE LOS  
CÓDIGOS CEC Y NEC**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**DIEGO IVÁN BUSTOS MONTAÑO**

ibm\_proteo@hotmail.com

**DIRECTOR: ING. PATRICIO PLACENCIA**

patohpla@hotmail.com

**Quito, marzo 2016**

## DECLARACIÓN

Yo, Diego Iván Bustos Montaña, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

IVÁN BUSTOS



## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Diego Iván Bustos Montaña, bajo mi supervisión.

---

Ing. PATRICIO PLACENCIA

## **AGRADECIMIENTOS**

A todos los que formaron parte de este proceso, y que con su ayuda y paciencia supieron aportar de forma desinteresada.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Patricio Placencia. Por su apoyo y guía durante el desarrollo del presente trabajo, mil gracias.

## **DEDICATORIA**

A todo el que pueda parecerle útil el presente trabajo.

## CONTENIDO

DECLARACIÓN .....	II
CERTIFICACIÓN .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
DEDICATORIA.....	V
CONTENIDO .....	VI
LISTADO DE GRÁFICOS .....	XI
LISTADO DE TABLAS .....	XII
RESUMEN .....	XIV
PRESENTACIÓN .....	XV
SIMBOLOGÍA .....	XVI
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 GENERALIDADES .....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	3
1.3 ESTADO ACTUAL.....	4
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.5 ALCANCE.....	5
CAPÍTULO 2. ENFOQUES.....	7
2.1 AMENAZA SÍSMICA.....	7
2.1.1 CEC.....	7
2.1.2 NEC.....	8
CAPÍTULO 3. DEFINICIÓN DE CARGAS .....	10
3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES.....	10
3.1.1 EDIFICIOS APORTICADOS.....	10

3.1.2 EDIFICIOS APORTICADOS CON NÚCLEO CENTRAL .....	11
3.1.3 EDIFICIOS APORTICADOS CON DIAFRAGMAS .....	12
3.2 CARGA NO PERMANENTE (VIVA) .....	13
3.3 CARGA PERMANENTE (MUERTA).....	14
3.3.1 PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA .....	14
3.3.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS.....	15
3.3.3 PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS .....	15
3.4 CARGAS PERMANENTES (NO ESTRUCTURALES).....	17
3.5 CARGA SÍSMICA .....	17
3.5.1 CEC.....	18
3.5.2 NEC.....	21
CAPÍTULO 4. MODELACIÓN CEC .....	24
4.1 PARÁMETROS GENERALES .....	24
4.2 DEFINICIÓN DE MATERIALES .....	24
4.2.1 HORMIGÓN .....	24
4.2.2 REFUERZO.....	24
4.3 DEFINICIÓN DE SECCIONES .....	25
4.3.1 ELEMENTOS DE PÓRTICOS.....	25
4.3.2 ELEMENTOS DE ÁREA.....	25
4.4 DEFINICIÓN DE CARGAS .....	25
4.5 COMBINACIONES DE CARGA.....	26
4.6 CARGA SÍSMICA REACTIVA .....	26
4.7 PREFERENCIAS DE DISEÑO .....	27
4.8 REVISIONES PREVIAS AL DISEÑO .....	27
4.8.1 CONTROL DE DERIVAS .....	27
4.8.2 PERIODO DE DISEÑO .....	28
4.8.3 REVISIÓN DE TORSIÓN EN PLANTA .....	28

4.9 INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA.....	29
CAPÍTULO 5. DISEÑO CEC.....	30
5.1 METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.....	30
5.1.1 MARCO NORMATIVO .....	30
5.1.2 MÉTODO DE DISEÑO .....	30
5.1.3 LOSAS .....	31
5.1.4 VIGAS .....	41
5.1.5 COLUMNAS .....	46
5.1.6 CONEXIÓN VIGA COLUMNA.....	52
5.1.7 DIAFRAGMAS O MUROS DE CORTE .....	54
5.1.8 ZAPATAS .....	59
5.2 RESUMEN DE DISEÑO .....	61
5.2.1 QUITO .....	61
5.2.2 ESMERALDAS .....	63
CAPÍTULO 6. MODELACIÓN NEC .....	65
6.1 PARÁMETROS GENERALES.....	65
6.2 DEFINICIÓN DE MATERIALES .....	65
6.2.1 HORMIGÓN .....	65
6.2.2 REFUERZO.....	65
6.3 DEFINICIÓN DE SECCIONES .....	66
6.3.1 ELEMENTOS DE PÓRTICOS.....	66
6.3.2 ELEMENTOS DE ÁREA.....	66
6.4 DEFINICIÓN DE CARGAS .....	67
6.5 COMBINACIONES DE CARGA.....	67
6.6 CARGA SÍSMICA REACTIVA .....	67
6.7 PREFERENCIAS DE DISEÑO .....	68
6.8 REVISIONES PREVIAS AL DISEÑO .....	68

6.8.1 CONTROL DE DERIVAS .....	68
6.8.2 PERIODO DE DISEÑO .....	69
6.8.3 REVISIÓN DE TORSIÓN EN PLANTA .....	69
6.9 INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA.....	70
CAPÍTULO 7. DISEÑO NEC.....	71
7.1 RESUMEN DE DISEÑO .....	71
7.1.1 QUITO .....	71
7.1.2 ESMERALDAS .....	73
CAPÍTULO 8. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	75
8.1 FUERZAS SÍSMICAS ESTÁTICAS .....	75
8.2 ESPECTROS DE DISEÑO .....	76
8.3 FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESPUESTA SÍSMICA R.....	78
8.4 LÍMITES DE DERIVAS .....	78
8.5 PESOS DE LOS MODELOS .....	80
CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	81
9.1 CONCLUSIONES .....	81
9.2 RECOMENDACIONES.....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	83
ANEXOS .....	86
ANEXO No 1. TABLAS PARA DISEÑO POR MÉTODO DE LOS COEFICIENTES.....	87
ANEXO No 2. CÁLCULOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIO 4P, 1S UBICADO EN ESMERALDAS, USANDO FUERZAS SÍSMICAS CEC .....	92
ANEXO No 3. CÁLCULOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIO 4P, 1S UBICADO EN ESMERALDAS, USANDO FUERZAS SÍSMICAS NEC .....	109
ANEXO No 4. CÁLCULOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIO 4P, 1S UBICADO EN QUITO, USANDO FUERZAS SÍSMICAS CEC .....	126

ANEXO No 5. CÁLCULOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIO 4P, 1S UBICADO EN QUITO, USANDO FUERZAS SÍSMICAS NEC .....	143
ANEXO No 6. PLANOS ESTRUCTURALES .....	160



## LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 Población expuesta a amenaza sísmica.....	2
Gráfico 2.1 Ecuador, zonas sísmicas y valor de factor de zona de Z para propósitos de diseño, CEC.....	7
Gráfico 2.2 Ecuador, zonas sísmicas y valor del factor de zona Z, NEC .....	8
Gráfico 3.1 Esquema general del proyecto de 4 pisos y 1 subsuelo aporticado .....	11
Gráfico 3.2 Esquema general del proyecto de 8 pisos y 3 subsuelos .....	12
Gráfico 3.3 Esquema general del proyecto de 12 pisos y 4 subsuelos con diafragmas.....	13
Gráfico 3.4 Espectros para edificios aporticados 4P, 1S CEC ESM / UIO .....	19
Gráfico 3.5 Espectros para edificios núcleo central 8P, 3S CEC ESM / UIO .....	20
Gráfico 3.6 Espectros para edificios con Diafragmas 12P, 4S CEC ESM / UIO .....	20
Gráfico 3.7 Espectros para edificios 4P, 1S; 8P, 3S Y 12P, 4S ESM, NEC .....	23
Gráfico 3.8 Espectros para edificios 4P, 1S; 8P, 3S Y 12P, 4S UIO, NEC .....	23
Gráfico 5.1 Sección de típica de losa .....	31
Gráfico 5.2 División de losa para aplicación de método de los coeficientes .....	37
Gráfico 5.3 Variación de $\emptyset$ con la deformación unitaria neta de tracción del acero en el extremo de tracción para acero grado 420 .....	46
Gráfico 5.4 Distribución de diafragmas o muros de corte.....	62
Gráfico 7.1 Distribución de diafragmas o muros de corte.....	72
Gráfico 8.1 Cortantes basales CEC y NEC equivalente.....	75
Gráfico 8.2 Espectros inelásticos 4P, 1S .....	76
Gráfico 8.3 Espectros inelásticos 8P, 3S .....	77
Gráfico 8.4 Espectros inelásticos 12P, 4S .....	77
Gráfico 8.5 Factor de reducción R.....	78
Gráfico 8.6 Derivas máximas inelásticas.....	79
Gráfico 8.7 Comparativa pesos de edificios .....	80

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 3.1 Espesores mínimos de losas sin vigas interiores .....	14
Tabla 3.2 Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones .....	15
Tabla 3.3 Cargas permanentes para predimensionamiento.....	16
Tabla 3.4 Predimensionamiento de columnas.....	17
Tabla 3.5 Cargas permanentes no estructurales.....	17
Tabla 3.6 Cálculo de corte basal estático para los diferentes sistemas estructurales en Esmeraldas y Quito, CEC .....	19
Tabla 3.7 Cálculo de corte basal estático para los diferentes sistemas estructurales en Esmeraldas, NEC.....	22
Tabla 3.8 Cálculo de corte basal estático para los diferentes sistemas estructurales en Quito, NEC.....	22
Tabla 4.1 Periodos de diseño, CEC .....	28
Tabla 4.2 Proporciones de participación modal de masas 4P, 1S CEC UIO .....	29
Tabla 5.1 Cargas uniformemente distribuidas en diseño de losas por m <sup>2</sup> .....	31
Tabla 5.2 Dimensiones de elementos estructurales 4P, 1S .....	61
Tabla 5.3 Dimensiones de elementos estructurales 8P, 3S .....	61
Tabla 5.4 Dimensiones de elementos estructurales 12P, 4S .....	61
Tabla 5.5 Cortante asumido por diafragmas .....	62
Tabla 5.6 Dimensiones de elementos estructurales 4P, 1S .....	63
Tabla 5.7 Dimensiones de elementos estructurales 8P, 3S .....	63
Tabla 5.8 Dimensiones de elementos estructurales 12P, 4S .....	63
Tabla 5.9 Cortante asumido por diafragmas .....	64
Tabla 6.1 Periodos de diseño, NEC .....	69
Tabla 6.2 Proporciones de participación modal de masas 4P, 1S NEC UIO.....	70
Tabla 7.1 Dimensiones de elementos estructurales 4P, 3S .....	71
Tabla 7.2 Dimensiones de elementos estructurales 8P, 3S .....	71
Tabla 7.3 Dimensiones de elementos estructurales 12P, 4S .....	72
Tabla 7.4 Cortante asumido por diafragmas .....	73
Tabla 7.5 Dimensiones de elementos estructurales 4P, 3S .....	73

Tabla 7.6 Dimensiones de elementos estructurales 8P, 3S .....	73
Tabla 7.7 Dimensiones de elementos estructurales 12P, 4S .....	74
Tabla 7.8 Cortante asumido por diafragmas .....	74
Tabla 8.1 Comparativa de los cortantes basales estáticos .....	75

## RESUMEN

En el presente trabajo se realizó una comparación cuantitativa de diseños estructurales mediante el empleo de las fuerzas sísmicas del Código Ecuatoriano de la Construcción, CEC (2001) y la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC (2015) a fin de efectuar un balance objetivo y práctico de los diseños.

Del análisis se pudo observar una mejor categorización con la nueva norma que sin embargo no se refleja en cambios substanciales en el diseño.

Se realizó la comparación entre 12 modelos estructurales con emplazamiento en 2 ciudades de importancia con respecto al tema sísmico: Esmeraldas y Quito. En estos análisis se pudo observar la incidencia de la nueva categorización que sin embargo resultó en diseños ligeramente más robustos solo para el caso de diseño NEC en Esmeraldas.

## **PRESENTACIÓN**

Este trabajo describe un análisis cuantitativo descriptivo de la aplicación de las fuerzas sísmicas de dos códigos de diseño ecuatorianos a fin de comparar de manera práctica las diferencias entre ambos a inicios de su implementación.

En el Capítulo 1 se brinda una descripción general del trabajo a desarrollarse, así como los lineamientos de su ejecución.

El capítulo 2 hace una somera revisión en cuanto a la orientación de las normas en su objetivo.

Los capítulos 3 al 7 son una descripción de la modelación y el diseño de los elementos constitutivos de los sistemas estructurales.

Finalmente, en los capítulos 8 y 9 se evalúan los resultados y se brindan las conclusiones y recomendaciones luego del análisis.

## SIMBOLOGÍA

- $A_g$  : área bruta de la sección de hormigón.
- $A_s$  : área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción.
- $b_l$  : base de la losa.
- $b_v$  : base de la viga.
- $C$  : Valor de aceleración espectral máximo esperado en roca.
- $C_m$  : valor de aceleración espectral máximo esperado en roca.
- $C_t$  : coeficiente que depende del tipo de edificio.
- $E_h$  : módulo de elasticidad del hormigón
- $f'_c$  : Resistencia especificada a la compresión del concreto.
- $F_a$  : Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.
- $F_d$  : Coeficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.
- $F_s$  : Coeficiente de amplificación de suelo. Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos.
- $f_y$  : Resistencia especificada a la fluencia del acero de refuerzo.
- $h_l$  : peralte de la losa.
- $h_n$  : altura máxima de la edificación de  $n$  pisos, medida desde la base de la estructura.
- $h_v$  : peralte de la viga.
- $I$  : Factor de tipo de uso, destino e importancia de la estructura.
- $I_l$  : momento de inercia de la losa.
- $I_v$  : momento de inercia de la viga
- $k_b$  : módulo de balasto.

- $l_n$  : Para construcción en dos direcciones, es la luz libre en la dirección larga, medida entre caras de los apoyos en losas sin vigas y entre caras de las vigas, para losas con vigas u otros apoyos en otros casos.
- $P_b$  : resistencia axial nominal en condiciones de deformación unitaria balanceada.
- $P_o$  : resistencia axial nominal para una excentricidad igual a cero.
- $P_u$  : fuerza axial mayorada.
- $q_d$  : carga muerta de superficie uniformemente repartida.
- $q_l$  : carga viva de superficie uniformemente repartida.
- $q_u$  : resistencia a compresión simple del suelo.
- $R$  : Factor de reducción de respuesta estructural.
- $r$  : Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto.
- $S$  : Coeficiente de suelo.
- $S_a$  : Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad  $g$ ). Depende del periodo o modo de vibración de la estructura
- $S_u$  : resistencia del suelo al corte no drenado.
- $T$  : periodo de vibración aproximado de la estructura.
- $T$  : Periodo fundamental de vibración de la estructura.
- $T_a$  : Período de vibración.
- $T_c$  : Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.
- $V$  : Cortante basal total de diseño.
- $V_s$  : velocidad de onda cortante promedio del suelo que sobreyace al semi espacio.
- $W$  : Carga sísmica reactiva.
- $Z$  : Factor de zona sísmica.
- $\alpha$  : Impedancia del semi espacio.
- $\alpha_r$  : relación entre los módulos de rigidez a flexión de la viga y la losa
- $\gamma_{Hlosa}$  : peso específico del hormigón utilizado para la definición del material de la losa de peralte equivalente en el programa ETABS.

$\Delta_E$  : Derivas obtenidas como consecuencia de la aplicación de las fuerzas laterales de diseño estáticas.

$\Delta_M$  : Deriva máxima inelástica.

$\Phi_E$  : Factor de configuración estructural en elevación.

$\Phi_P$  : Factor de configuración estructural en planta.



# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 GENERALIDADES

El Cinturón de Fuego del Pacífico, dentro del cual está ubicado el Ecuador, es una región que concentra las zonas de subducción más importantes del mundo, lo que hace que se encuentre bajo intensa actividad sísmica y volcánica. De acuerdo al Servicio Geológico de los Estados Unidos (U.S. Geological Survey, 2015), alrededor del 90% de los terremotos del mundo se producen a lo largo del Cinturón de Fuego.

Según el texto compilatorio Geología y Geofísica Marina y Terrestre del Ecuador (Collot, Sallares, & Pazmiño, 2009): “La actividad sísmica del Ecuador está relacionada con su contexto geodinámico donde interactúan tres placas tectónicas: la placa oceánica de Nazca, la Placa continental Sudamericana y el Bloque Norandino”. La parte continental del país se halla sobre la placa sudamericana, bajo ésta y bordeando la mayor parte del litoral occidental de la parte sur de América en zona de subducción está la placa de Nazca, misma que colisiona con el continente a una velocidad de entre 6 y 8 cm/año. Fruto de la continua interacción entre estas dos placas se genera la fosa oceánica que va desde Chile hasta Colombia pasando por nuestro territorio con una extensión de 7200 Km, así como la cordillera de los Andes que con una longitud cercana a los 7250 Km se constituye en la cadena montañosa más larga del mundo (Secretaría General de la Comunidad Andina, 2009).

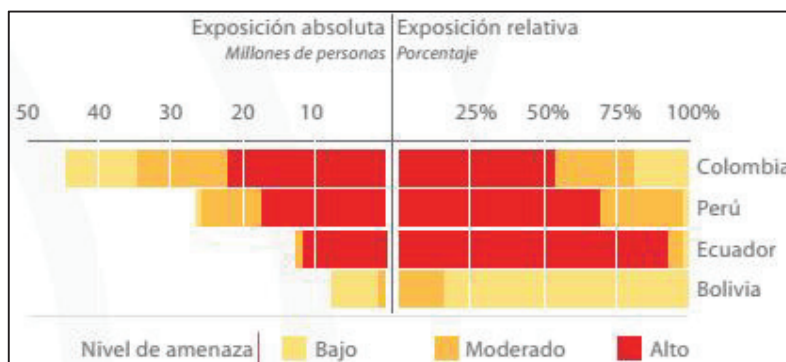
La zona insular se encuentra asentada sobre la placa Nazca, cerca del límite con la placa de Cocos. Ambas placas mantienen un movimiento de separación.

En lo referente a la parte volcánica y de acuerdo al Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (2015): “Hasta el presente se han contabilizado 27 volcanes potencialmente activos en el Ecuador, incluidos los volcanes de las islas Galápagos.”

Se debe considerar también el complejo sistema de fallas locales, que han sido causantes de un gran número de sismos.

Todos estos factores contribuyen notablemente a la amenaza sísmica, a tal punto que de acuerdo a datos de la Secretaría General de la Comunidad Andina (2009), Ecuador es el país miembro de la CAN con mayor exposición relativa de su población ante amenaza sísmica alta, llegando al 97%.

### GRÁFICO 1.1 POBLACIÓN EXPUESTA A AMENAZA SÍSMICA



FUENTE: Secretaría General de la Comunidad Andina, 2009, p. 74.

De todo lo dicho anteriormente se recoge la importancia de contar con un código o norma constructiva que establezca parámetros mínimos de diseño como base a considerarse, teniendo en cuenta las condiciones de exposición, materiales y requerimientos locales, así como también la evolución técnico-científica de las construcciones civiles. Ahora bien, el contar con un nuevo código no significa necesariamente una mejora con respecto al método de diseño anterior. De ahí que en este trabajo se revisen cuantitativamente las variaciones de diversos sistemas estructurales y en dos escenarios geográficos críticos con respecto a la normativa

anterior a fin de facilitar las comparaciones entre ambas normas y facilitar conclusiones sobre el diseño con esta norma ante su implementación práctica.

## **1.2 ANTECEDENTES**

El Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC) data del año 2001, por lo que se hacía menester su actualización y revisión. Es así que mediante Decreto Ejecutivo No.705, publicado en el Registro oficial No.421, el 06 de abril de 2011, se conformó el Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC. (Diario La Hora, 2013)

Uno de los principales puntos dentro de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), es la definición de un nuevo método de cálculo de las fuerzas sísmicas de diseño, incluyendo una nueva zonificación del país, fundamentándose en un conocimiento más detallado y documentado del comportamiento sísmico, así como de sus efectos. Dicha clasificación se realizó entre otros, en base a los estudios de peligro sísmico del Ecuador actualizados al año 2011 y criterios de regularización, practicidad y protección de zonas importantes (Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

Es de este modo que las principales ciudades, hablando de importancia relativa a eventos sísmicos, Esmeraldas y Quito, quienes otrora tenían una igual categorización de amenaza sísmica, ahora se encuentran en categorías diferentes.

La NEC, mantiene la filosofía de diseño del CEC en cuanto a que su finalidad última es evitar el colapso de las estructuras ante el evento más desfavorable, aunque realiza una proyección hacia una futura orientación a salvaguardar de mejor modo los componentes no estructurales de las edificaciones.

A fin de evitar ambigüedades y debates innecesarios en cuanto a fechas se usará de aquí en adelante la denominación CEC para el código definido en un momento como CEC2000 y NEC para la norma NEC11 en su última versión del año 2015.

### **1.3 ESTADO ACTUAL**

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda mediante Acuerdo Ministerial número 0047 del 10 de enero de 2015, publicado en el Registro Oficial N°413, dispuso la aplicación obligatoria en todo el país de 10 capítulos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC.

Los 10 capítulos expedidos de la norma son los siguientes:

1. NEC-SE-CG Cargas (No sísmicas)
2. NEC-SE-DS Cargas Sísmicas y Diseño Sismo resistente
3. NEC-SE-RE Rehabilitación sísmica de estructuras
4. NEC-SE-HM Estructuras de Hormigón Armado
5. NEC\_SE\_MP Estructuras de Mampostería Estructural
6. NEC\_SE\_CM Geotecnia y Cimentaciones
7. NEC\_SE\_AC Estructuras de Acero
8. NEC\_SE\_MD Estructuras de Madera
9. NEC\_HS\_VIDRIO Vidrio
10. NEC\_SE\_VIVIENDA Viviendas de hasta dos pisos con luces de hasta 5m

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio comparativo de los diseños al emplear las fuerzas sísmicas resultantes de la aplicación de los códigos CEC y NEC en modelos de hormigón armado.

#### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Realizar la modelación de los distintos escenarios aplicando ambos métodos de cálculo de las fuerzas sísmicas a fin de comparar las fuerzas resultantes y las incidencias con respecto a la cantidad de materiales.

## 1.5 ALCANCE

El estudio comparativo se aplicará a edificios de hormigón armado de 4, 8 y 12 pisos: aporticados, con núcleo central y con diafragmas, respectivamente. Llegando a planos estructurales únicamente del edificio de aporticado.

Los edificios a diseñarse serán destinados para vivienda, en las ciudades de Quito y Esmeraldas, tendrán regularidad en la distribución arquitectónica, tanto en planta como en elevación. Para los edificios de 4 pisos se considerará un subsuelo, para el de 8 pisos 3 subsuelos, mientras que para el de 12 se serán 4.

Se plantearán losas nervadas en las dos direcciones. Dado que no es el objetivo del presente trabajo realizar planos arquitectónicos, ni trabajar con una distribución arquitectónica que presente complicaciones como asimetrías, irregularidades, discontinuidades ni cargas excepcionales. Se ha creado una losa regular con simetría en ambos ejes ortogonales con paños regulares de 6m x 6m entre ejes, que conforman una losa de 24m x 30m desde el nivel de la terraza, hasta el nivel N+3.25 y una losa de 32m x 38m desde el nivel N+0.0 hasta el nivel del último subsuelo.

Se supondrán condiciones, a falta de planos arquitectónicos, que indiquen las cargas debidas a paredes o a acabados, mismas que se especificarán detalladamente en la memoria de cálculo al igual que sus valores.

Recalcando una vez más que el objetivo del presente trabajo es la comparación de las fuerzas sísmicas de ambos códigos por lo que se utilizará un único código de diseño, para la evaluación y diseño de la estructura de hormigón armado el ACI 318S-11.

Se tomará como parámetro de referencia la cantidad de materiales a utilizarse en base al análisis del diseño de pórticos representativos y pórticos bajo solicitaciones de carga críticas para los edificios de los que no se elaboren planos estructurales.

Se realizará una descripción detallada del proceso de predimensionamiento, modelación y diseño solo del edificio aporticado. El proceso de cálculo será idéntico para los demás edificios.

Dentro de las herramientas de diseño se contarán principalmente las hojas electrónicas de cálculo y programas de análisis estructural como el ETABS y el SAFE.

## CAPÍTULO 2

### ENFOQUES

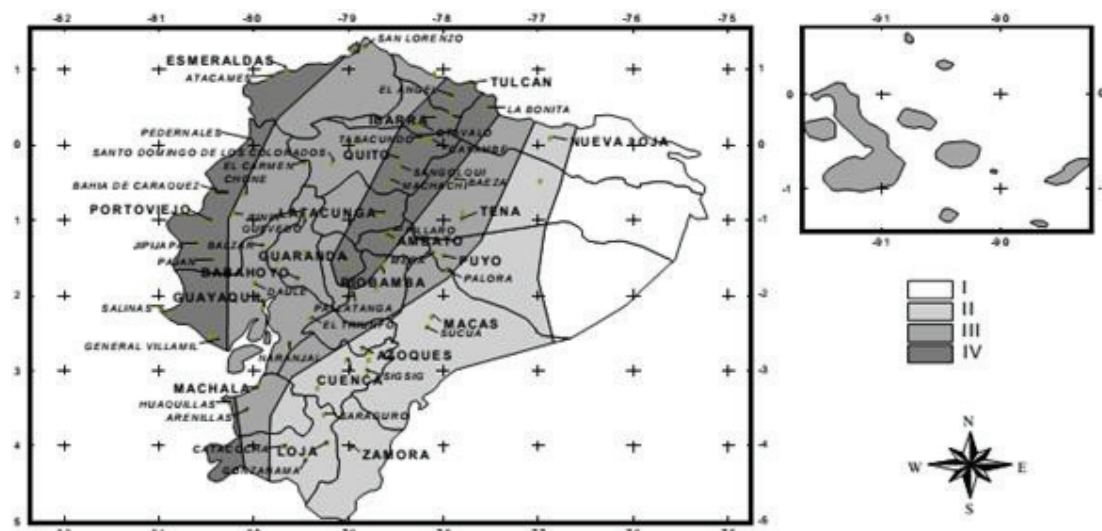
#### 2.1 AMENAZA SÍSMICA

##### 2.1.1 CEC

Con respecto a la zonificación sísmica, este código establece 4 categorías (de I a IV) en base a la aceleración máxima efectiva esperada en roca para el sismo de diseño, expresada como fracción de la gravedad (0.15, 0.25, 0.30 y 0.40). Como ya se mencionó antes, las dos ciudades objetivo del presente estudio tienen la misma categorización sísmica.

#### GRÁFICO 2.1

#### ECUADOR, ZONAS SÍSMICAS Y VALOR DE FACTOR DE ZONA DE Z PARA PROPÓSITOS DE DISEÑO, CEC



Zona sísmica	I	II	III	IV
Valor factor Z	0,15	0,25	0,30	0,40

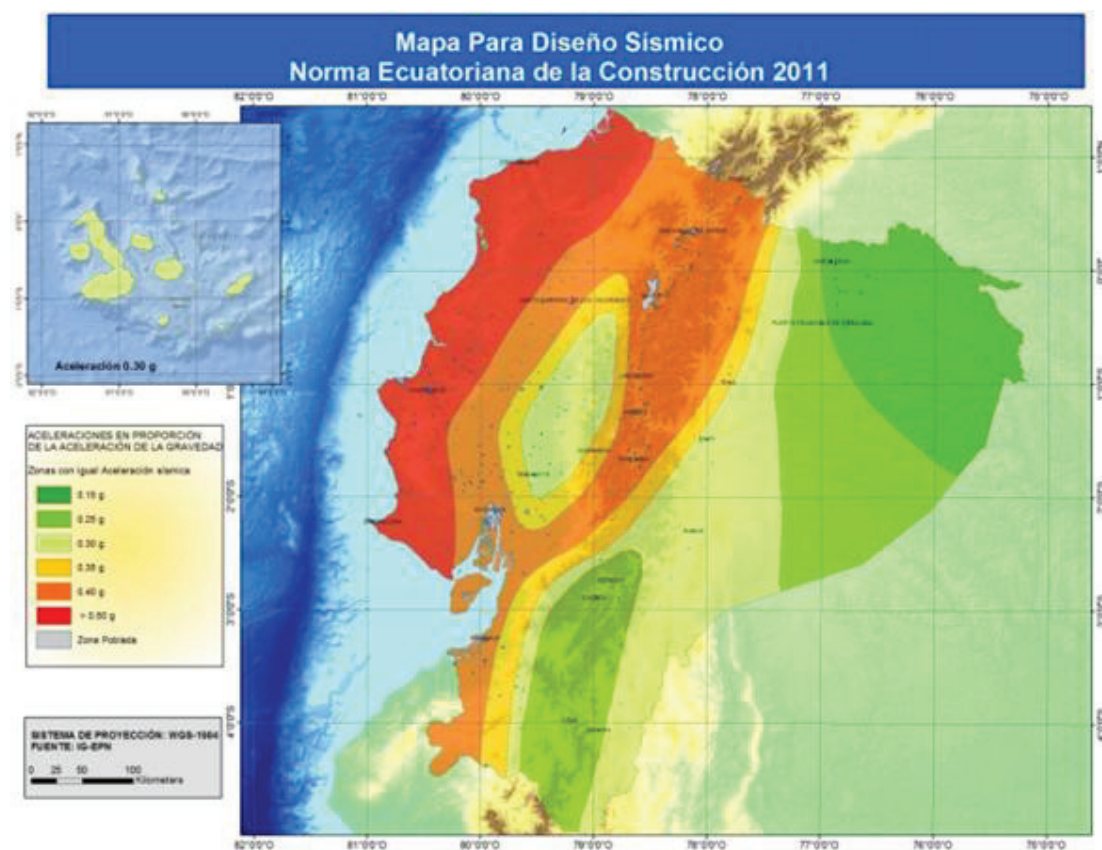
FUENTE: INEN, 2001, p. 10.

## 2.1.2 NEC

En la NEC se contemplan seis zonas sísmicas (de I a VI) también basadas en la aceleración máxima esperada en roca para el sismo de diseño y con respectivos valores expresados como fracción de la gravedad de: 0.15, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40 y mayor o igual a 0.50. Además de esto se hace una revisión de las zonas del CEC en base a un registro más actualizado, quedando el nuevo mapa de la siguiente manera.

### GRÁFICO 2.2

#### ECUADOR, ZONAS SÍSMICAS Y VALOR DEL FACTOR DE ZONA Z, NEC



Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.50$
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

FUENTE: Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2013, p. 27-28.



Con la nueva zonificación Quito y Esmeraldas pasan a estar en zonas distintas, teniendo la primera una caracterización de riesgo alta, mientras que para la segunda es muy alta.

En general de acuerdo a la nueva zonificación se puede concluir una elevación en los valores de aceleración máxima esperada en roca para el sismo de diseño, esto incide directamente en el factor de zona Z, llevándolo al alza. Lo que en resumidas cuentas eleva el nivel de amenaza con respecto al establecido en el CEC.

## **CAPÍTULO 3**

### **DEFINICIÓN DE CARGAS**

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES**

Las descripciones detalladas en el numeral 3.1 se aplican indistintamente a ambas normas. Además, se entenderá que el nivel N+0.00 coincide con el nivel de la calle.

Dada la geometría de la edificación planteada se realizará un análisis estático de la estructura tomando obviamente las cargas sísmicas generadas por cada norma de diseño.

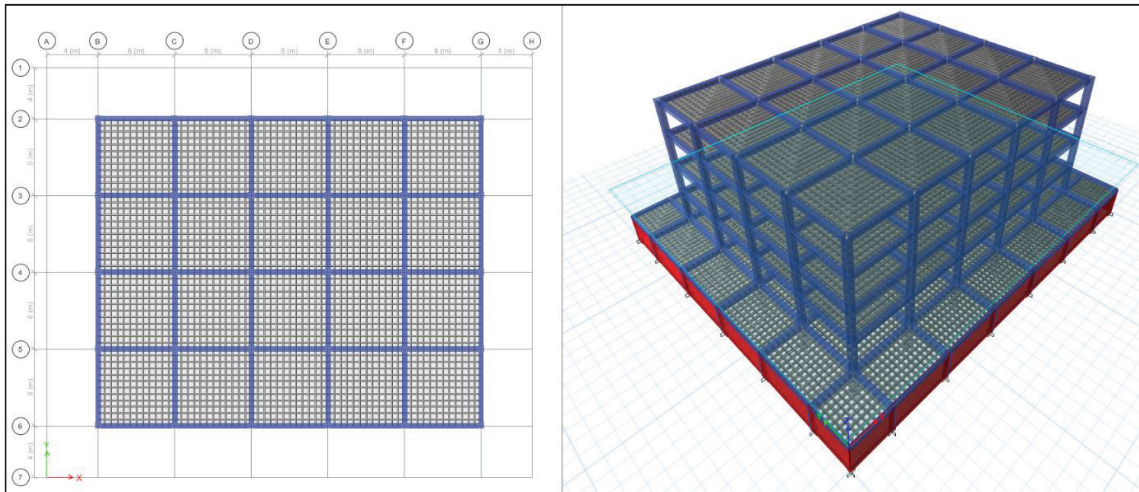
##### **3.1.1 EDIFICIOS APORTICADOS**

Constará de 4 pisos sobre el nivel de la calle (incluido) y un subsuelo. La altura de entrepiso será de 3.25 m para todos los pisos sobre el nivel N+0.00 y de 3.00 m para los niveles ubicados bajo el mismo (subsuelos). La edificación comprende luces homogéneas de 6.0m entre ejes, la configuración en planta es regular y de forma rectangular desarrollando 30.0m en la dirección larga y 24.0m en la dirección corta de una planta tipo. Para el subsuelo se usará la misma configuración expandiéndose homogéneamente 4.0m en todo su contorno, quedando 38.0m en la dirección larga y 32.0m en la dirección corta.

Vale aclarar que por tratarse de casos didácticos se harán simplificaciones a fin de agilizar el proceso de modelación y diseño:

- Las columnas, vigas y muros se considerarán centradas en los ejes.
- Se eliminarán aberturas laterales en los muros de subsuelos.
- Se eliminarán aberturas en planta correspondientes a escaleras y rampas.

**GRÁFICO 3.1**  
**ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO DE 4 PISOS Y 1 SUBSUELO**  
**APORTICADO**



FUENTE: Programa ETABS.

**3.1.2 EDIFICIOS APORTICADOS CON NÚCLEO CENTRAL**

El edificio se modelará 8 pisos sobre el nivel de la calle (incluido), y 3 subsuelos. La altura de entrepiso será de 3.25 m para todos los pisos sobre el nivel N+0.00 y de 3.00 m para los niveles ubicados bajo el mismo (subsuelos). La edificación comprende luces homogéneas de 6.0m entre ejes, la configuración en planta es regular y de forma rectangular desarrollando 30.0m en la dirección larga y 24.0m en la dirección corta de una planta tipo. Para los subsuelos se usará la misma configuración expandiéndose homogéneamente 4.0m en todo su contorno, quedando 38.0m en la dirección larga y 32.0m en la dirección corta.

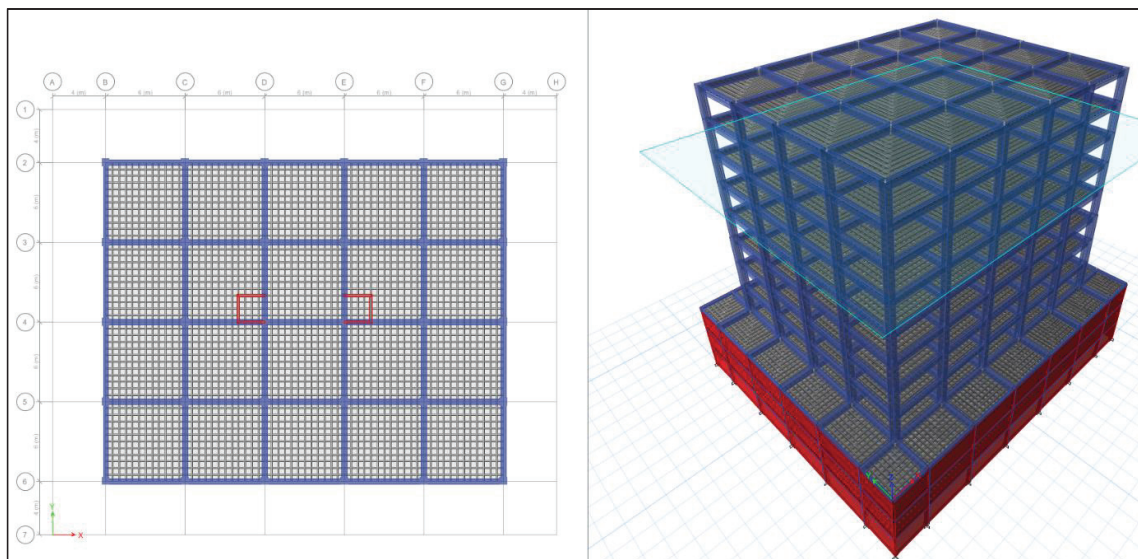
Se verificará que el cortante absorbido por el núcleo central debido a cargas laterales sea menor al 75% en cada dirección de análisis.

Se harán las mismas simplificaciones que en sistema aporticado:

- Las columnas, vigas y muros se considerarán centradas en los ejes.
- Se eliminarán aberturas laterales en los muros de subsuelos.
- Se eliminarán aberturas en planta correspondientes a escaleras y rampas.

## GRÁFICO 3.2

### ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO DE 8 PISOS Y 3 SUBSUELOS



FUENTE: Programa ETABS.

### 3.1.3 EDIFICIOS APORTICADOS CON DIAFRAGMAS

La edificación consta de 12 pisos sobre el nivel de la calle (incluido) y 4 subsuelos. La altura de entrepiso será de 3.25 m para todos los pisos sobre el nivel N+0.00 y de 3.00 m para los niveles ubicados bajo el mismo (subsuelos). La edificación comprende luces homogéneas de 6.0m entre ejes, la configuración en planta es regular y de forma rectangular desarrollando 30.0m en la dirección larga y 24.0m en la dirección corta de una planta tipo. Para los subsuelos se usará la misma configuración expandiéndose homogéneamente 4.0m en todo su contorno, quedando 38.0m en la dirección larga y 32.0m en la dirección corta.

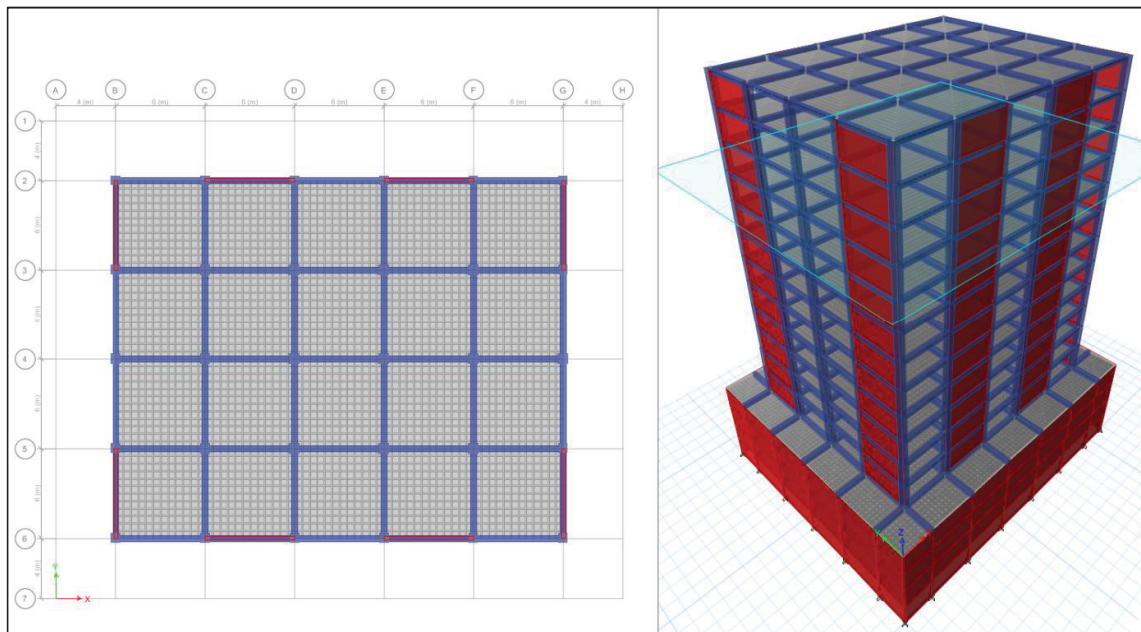
Los muros estructurales o diafragmas se extenderán entre intersecciones de ejes y se distribuirán uniformemente en planta iniciando por el contorno de las fachadas en número suficiente, de manera que absorban al menos el 75% del cortante debido a carga lateral en cada dirección de análisis de acuerdo a lo solicitado por ambas normas (CEC y NEC).

Se harán las siguientes simplificaciones:

- Las columnas, vigas y muros se considerarán centradas en los ejes.
- Se eliminarán aberturas laterales en los muros de subsuelos.
- Se eliminarán aberturas en planta correspondientes a escaleras y rampas.

### GRÁFICO 3.3

#### ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO DE 12 PISOS Y 4 SUBSUELOS CON DIAFRAGMAS



FUENTE: Programa ETABS.

### 3.2 CARGA NO PERMANENTE (VIVA)

Niveles inferiores al N+0.00 se asignará para parqueaderos. Los niveles desde N+0.00 hasta el último nivel superior, incluyendo al de terraza, se le dará una asignación de carga de departamentos. Detallado el uso, las cargas vivas serán:

- Residencias:  $200 \text{ kgf/m}^2 \approx 2.00 \text{ kN/m}^2$
- Garajes:  $500 \text{ kgf/m}^2 \approx 5.00 \text{ kN/m}^2$

### 3.3 CARGA PERMANENTE (MUERTA)

#### 3.3.1 PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA

Como punto inicial en el orden de transmisión de cargas está la losa, de su predimensionamiento partirá el resto de la estructura. Para esto se tomará la tabla 9.5(a) del ACI 318S-11 que norma el espesor mínimo para losas en dos direcciones sin vigas interiores:

**TABLA 3.1**

#### **ESPEORES MÍNIMOS DE LOSAS SIN VIGAS INTERIORES**

fy [Mpa]	Sin ábacos			Con ábacos		
	Paneles exteriores		Paneles interiores	Paneles exteriores		Paneles interiores
	Sin vigas de borde	Con vigas de borde		Sin vigas de borde	Con vigas de borde	
280	$l_n/33$	$l_n/36$	$l_n/36$	$l_n/36$	$l_n/40$	$l_n/40$
420	$l_n/30$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/36$	$l_n/36$
520	$l_n/28$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/34$	$l_n/34$

$l_n$ : Para construcción en dos direcciones, es la luz libre en la dirección larga, medida entre caras de los apoyos en losas sin vigas y entre caras de las vigas, para losas con vigas u otros apoyos en otros casos.

FUENTE: ACI 318S-11.

El peralte mínimo necesario sería de  $l_n / 33 = 17.27$  cm para la dimensión mínima de columna (30x30 cm), con lo que este sería el espesor mínimo requerido de la losa maciza equivalente.

Inicialmente se trabajará con una losa alivianada de 25cm: con una capa de compresión de 5cm, nervios de 10cm y alivianamientos de poliestireno expandido removibles. Para que cumpla con el requisito enunciado es necesario que la inercia a flexión de la sección transversal de la losa alivianada sea equivalente a la de la losa maciza. Haciendo la comparación el mínimo requerido 17.27 cm es menor que el peralte equivalente de la losa propuesta,  $h_{eq} = 18.06$  cm. Esto se demuestra a detalle más adelante.



### 3.3.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS

Se partirá del mínimo solicitado por el código ACI 318S-11 en su tabla 9.5(a) como referencia:

**TABLA 3.2**

**ALTURAS O ESPESORES MÍNIMOS DE VIGAS NO PREESFORZADAS O LOSAS REFORZADAS EN UNA DIRECCIÓN A MENOS QUE SE CALCULEN LAS DEFLEXIONES**

	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$l/16$	$l/18.5$	$l/21$	$l/8$

FUENTE: ACI 318S-11.

Por lo tanto, para las luces de 6m se requeriría un peralte mínimo de  $l/18.5$  correspondiente 32 cm, sin embargo, esta medida se redondeará a un mínimo a lo largo del desarrollo de la presente tesis a 40 cm. Para la dimensión de la base de la viga y considerando el mínimo establecido en el ACI 318S-11 21.5.1.3 se establecerá un valor mínimo de 25 cm.

### 3.3.3 PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

Para el prediseño de columnas se usarán las relaciones determinadas en clases de Hormigón Armado III a partir del análisis del diagrama de interacción de columnas.

$$P_u \leq P_b \approx \frac{P_o}{3} \quad (3.1)$$

Igualando al límite:

$$3Pu = Po$$

$$3Pu = 0.85f'c \times Ag + As \times fy$$

Dado que  $As = \rho Ag$  se usa un valor asumido de  $\rho = 0.01$ , se reemplaza además los valores de  $f'c$  y  $fy$  en  $\text{kN/cm}^2$ :

$$3Pu = 0.85 \times 2.8 \times Ag + 0.01Ag \times 42$$

$$3Pu = 2.80Ag$$

Redondeando:

$$Ag [\text{cm}^2] = Pu [\text{kN}] \quad (3.2)$$

Debido a que aún se desconoce el valor del peso propio de los elementos, para prediseño se usará el valor sugerido en el Manual para el Proyecto de Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones (Arnal & Epelboim, 1984) de donde se extrae un valor de carga aproximado de  $9.10 \text{ kN/m}^2$  para el tipo de losa señalada.

**TABLA 3.3**  
**CARGAS PERMANENTES PARA PREDIMENSIONAMIENTO**

h [cm]	Peso de los elementos en $\text{kg/m}^2$					
	Losa nervada	Viga	Columna	Piso + friso	Tabiques	Total
20	270	100	100	150	220	840
25	315	125	100	150	220	910
30	360	140	100	150	220	970

FUENTE: Arnal & Epelboim, 1984, pág. 663

El valor de  $Pu$  obtenido de la combinación respectiva ( $1.4D + 1.7L$ ) se mayorará un 30% a fin de simular el efecto del sismo (Placencia Andrade, 2011). Una vez revisado que las dimensiones de columnas cumplan con lo especificado en el ACI 318S-11 21.6.1.1 y 21.6.1.2 que establecen mínimos para las dimensiones de las columnas pertenecientes a pórticos especiales resistentes a momento se resumen los datos y dimensiones previas para columnas:



**TABLA 3.4****PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS**

Nivel	qd [kN/m <sup>2</sup> ]	ql [kN/m <sup>2</sup> ]	Pu [kN] ≈ Ag [cm <sup>2</sup> ]	Predim. [cm x cm]
4	9.10	2.00	755.35	55 x 55
3	9.10	2.00	1510.70	55 x 55
2	9.10	2.00	2266.06	55 x 55
1	9.10	2.00	3021.41	55 x 55

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

**3.4 CARGAS PERMANENTES (NO ESTRUCTURALES)**

Se incluye en este numeral el detalle de las cargas adicionales debidas

**TABLA 3.5****CARGAS PERMANENTES NO ESTRUCTURALES**

Item	Carga repart. [kN/m <sup>2</sup> ]	N+12.00 a N+0.00
Acabados de piso y tumbado		1.00
Masillado de contrapiso (e=2cm)		0.40
Cielo falso yeso sobre listones madera*		0.20
Cerámica de piso (e=2cm)		0.40
Paredes		2.50
Mampostería** (e=15cm)		1.70
Enlucido 2 caras (e=2cm)		0.80
Σ		3.50

\* Tomado de la Tabla B.3.4.1-1. NSR-10.

\*\* Tomado de la Tabla B.3.4.2-4. NSR-10.

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

**3.5 CARGA SÍSMICA**

Es objeto de este título la definición de las cargas estáticas de origen sísmico para cada uno de los modelos planteados. Se generarán también los respectivos espectros inelásticos.

Para comenzar la modelación se definirá el cortante basal estático en función de la carga reactiva  $W$ , dado que no se conoce el peso real de la estructura.

A fin de tener una condición común en lo referente a los parámetros geotécnicos se ha establecido para todos los casos los siguientes valores para el suelo:

$$\begin{aligned}q_u &= 200kPa \\S_u &= 100kPa \\V_s &= 400 \text{ m/s} \\K_b &= 24000 \text{ kN/m}^3\end{aligned}$$

Se establece entonces una relación de correspondencia entre el suelo perfil tipo S3 del CEC (suelo cohesivo duro) y el suelo perfil tipo C del NEC.

### 3.5.1 CEC

El valor obtenido es válido tanto para Esmeraldas como para Quito ya que se encuentran en la misma zona sísmica y bajo las mismas condiciones presupuestas de suelo.

Se detallan las fórmulas y el proceso seguido para la determinación del cortante basal de acuerdo al CEC.

$$T = C_t(h_n)^{3/4} \quad (3.3)$$

$$C = \frac{1.25S^S}{T} \quad (3.4)$$

$$V = \frac{ZI C}{R\emptyset_P\emptyset_E} W \quad (3.5)$$

De donde los valores de  $S$ ,  $Z$ ,  $I$ ,  $C_t$ ,  $R$ ,  $\emptyset_P$  y  $\emptyset_E$  son valores que se encuentran tabulados en el CEC.

TABLA 3.6

**CÁLCULO DE CORTE BASAL ESTÁTICO PARA LOS DIFERENTES SISTEMAS ESTRUCTURALES EN ESMERALDAS Y QUITO, CEC**

No.	Z	I	R	$\Phi_P$	$\Phi_E$	Ct	hn	T
1	0.4	1.0	12.0	1.0	1.0	0.06	39.0	0.936
2	0.4	1.0	10.0	1.0	1.0	0.06	26.0	0.691
3	0.4	1.0	10.0	1.0	1.0	0.08	13.0	0.548

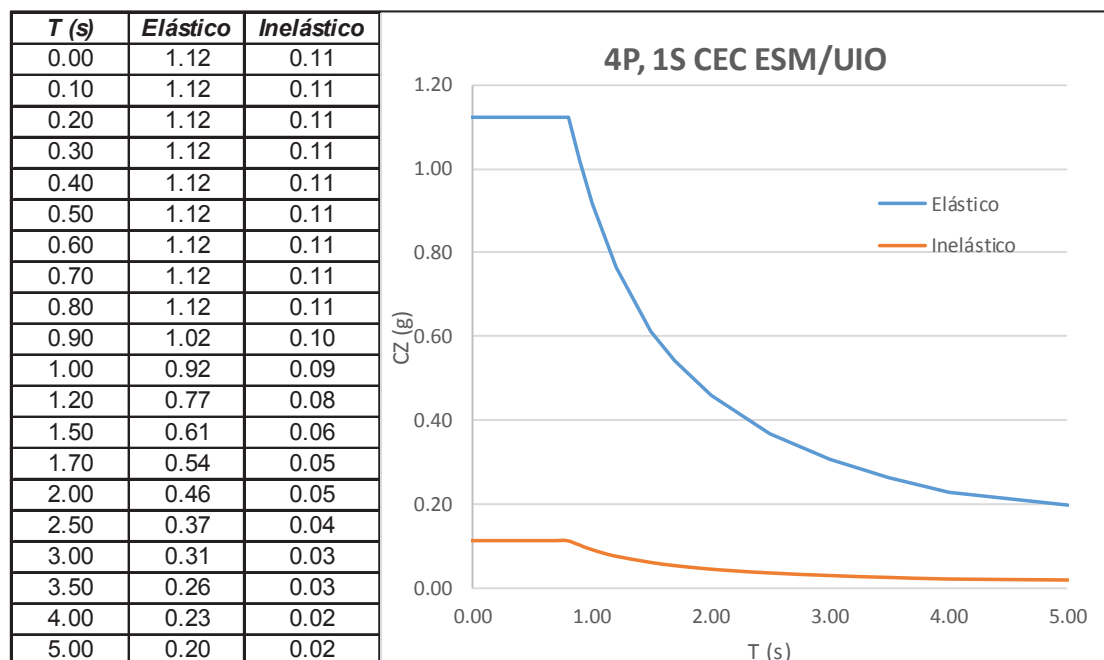
No.	S	Cm	C	V [%W]	$\Delta E_{m\acute{a}x}$	Sistema estructural
1	1.5	2.8	2.45	8.175	0.0017	Con diafragmas 12P, 4S
2	1.5	2.8	2.80	11.200	0.0020	Con núcleo central 8P, 3S
3	1.5	2.8	2.80	11.200	0.0020	Aporticado 4P, 1S

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

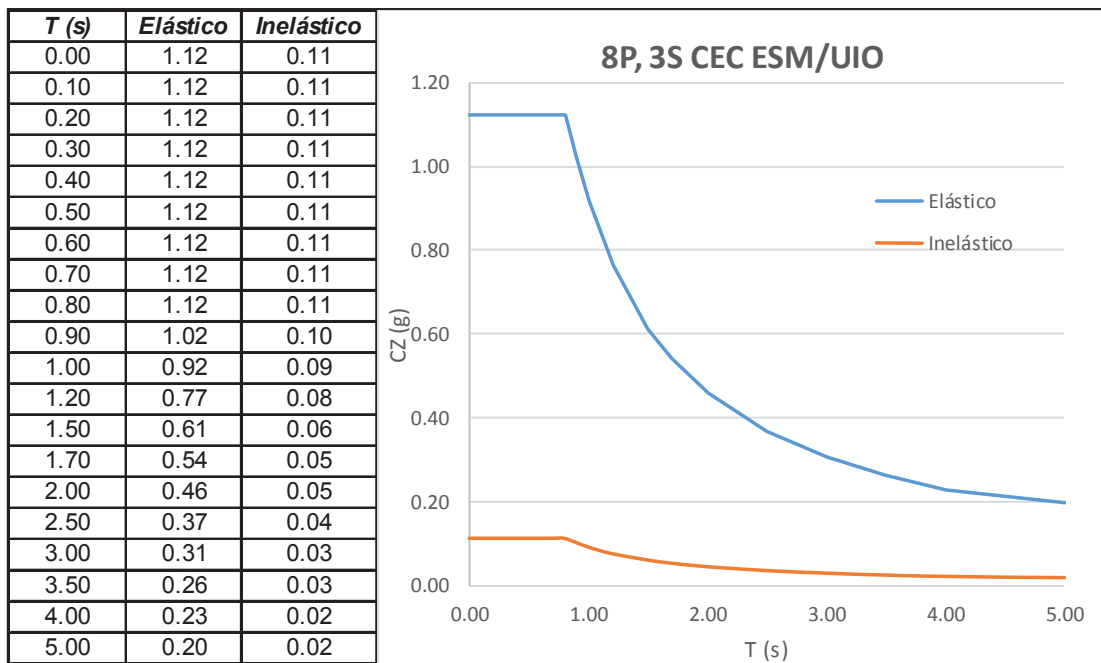
A continuación, se detallan los espectros agrupados de acuerdo a cada tipo de edificación ya que la zona Z es la misma para para ambas ciudades en este código.

GRÁFICO 3.4

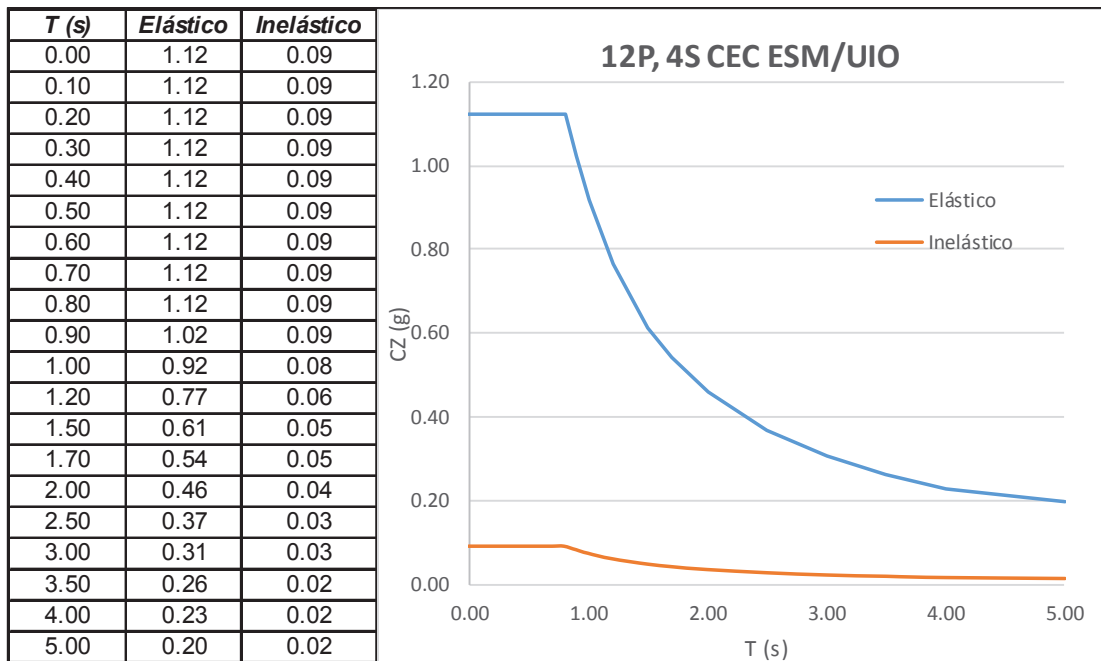
**ESPECTROS PARA EDIFICIOS APORTICADOS 4P, 1S CEC ESM / UIO**



ELABORACIÓN: Iván Bustos.

**GRÁFICO 3.5****ESPECTROS PARA EDIFICIOS NÚCLEO CENTRAL 8P, 3S CEC ESM / UIO**

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

**GRÁFICO 3.6****ESPECTROS PARA EDIFICIOS CON DIAFRAGMAS 12P, 4S CEC ESM / UIO**

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

### 3.5.2 NEC

De igual manera se definirá el cortante basal en función de la carga reactiva  $W$ .

$$T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a} \quad (3.6)$$

$F_a, F_d, F_s$  : Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto.

$T_c$  : Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

$$T = C_t h_n^\alpha \quad (3.7)$$

$T$  : Periodo fundamental de vibración de la estructura.

$C_t$  : Coeficiente que depende del tipo de edificio.

$h_n$  : Altura máxima de la edificación de  $n$  pisos, medida desde la base de la estructura.

$\alpha$  : Impedancia del semi espacio  $\alpha = \rho_s V_s / \rho_0 V_0$

$$S_a = \eta Z F a \quad \text{para } 0 \leq T \leq T_c \quad (3.8)$$

$$S_a = \eta Z F a \left( \frac{T_c}{T} \right)^r \quad \text{para } T > T_c \quad (3.9)$$

$S_a$  : Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad  $g$ ). Depende del periodo o modo de vibración de la estructura

$T_c$  : Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

$r$  : Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto.

$$V = \frac{I S_a(T_a)}{R \phi_P \phi_E} W \quad (3.10)$$

$\Phi_P$  y  $\Phi_E$  : Coeficientes de configuración en planta y elevación.

$I$  : Coeficiente de importancia.

$R$  : Factor de reducción de resistencia sísmica.

$V$  : Cortante basal total de diseño.

$W$  : Carga sísmica reactiva.

$T_a$  : Período de vibración.

**TABLA 3.7**

**CÁLCULO DE CORTE BASAL ESTÁTICO PARA LOS DIFERENTES SISTEMAS ESTRUCTURALES EN ESMERALDAS, NEC**

No.	$I$	$R$	$\Phi_P$	$\Phi_E$	$F_a$	$F_d$	$F_s$	$T_c$	$C_t$	$h_n$	$\alpha$	$T_a$	$\eta$
1	1.0	8.0	1.0	1.0	1.18	1.06	1.23	0.608	0.055	39.0	0.75	0.858	2.48
2	1.0	8.0	1.0	1.0	1.18	1.06	1.23	0.608	0.055	26.0	0.75	0.633	2.48
3	1.0	8.0	1.0	1.0	1.18	1.06	1.23	0.608	0.055	13.0	0.90	0.553	2.48

No.	$Z$	$r$	$S_a$	$V$ [%W]	$V_{eqCEC}$	$\Delta E_{m\acute{a}x}$	Sistema estructural
1	0.5	1.0	1.04	12.949	9.249	0.0033	Con diafragmas 12P, 4S
2	0.5	1.0	1.40	17.551	12.537	0.0033	Con núcleo central 8P, 3S
3	0.5	1.0	1.46	18.290	13.064	0.0033	Aporticado 4P, 1S

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

**TABLA 3.8**

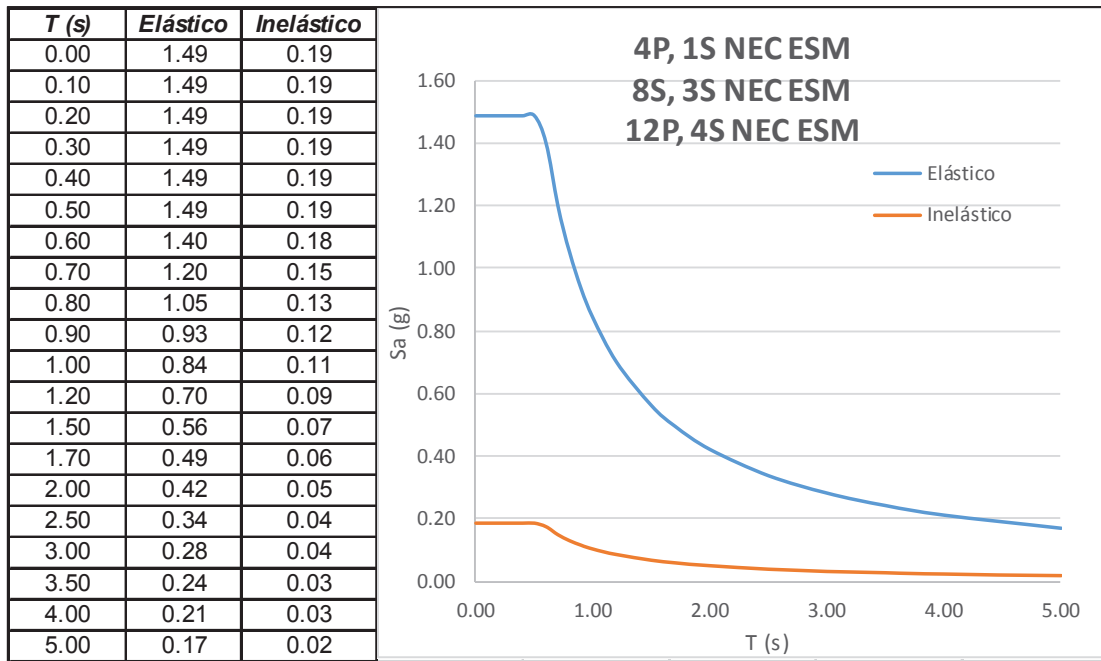
**CÁLCULO DE CORTE BASAL ESTÁTICO PARA LOS DIFERENTES SISTEMAS ESTRUCTURALES EN QUITO, NEC**

No.	$I$	$R$	$\Phi_P$	$\Phi_E$	$F_a$	$F_d$	$F_s$	$T_c$	$C_t$	$h_n$	$\alpha$	$T_a$	$\eta$
1	1.0	8.0	1.0	1.0	1.20	1.11	1.11	0.565	0.055	39.0	0.75	0.858	2.48
2	1.0	8.0	1.0	1.0	1.20	1.11	1.11	0.565	0.055	26.0	0.75	0.633	2.48
3	1.0	8.0	1.0	1.0	1.20	1.11	1.11	0.565	0.055	13.0	0.90	0.553	2.48

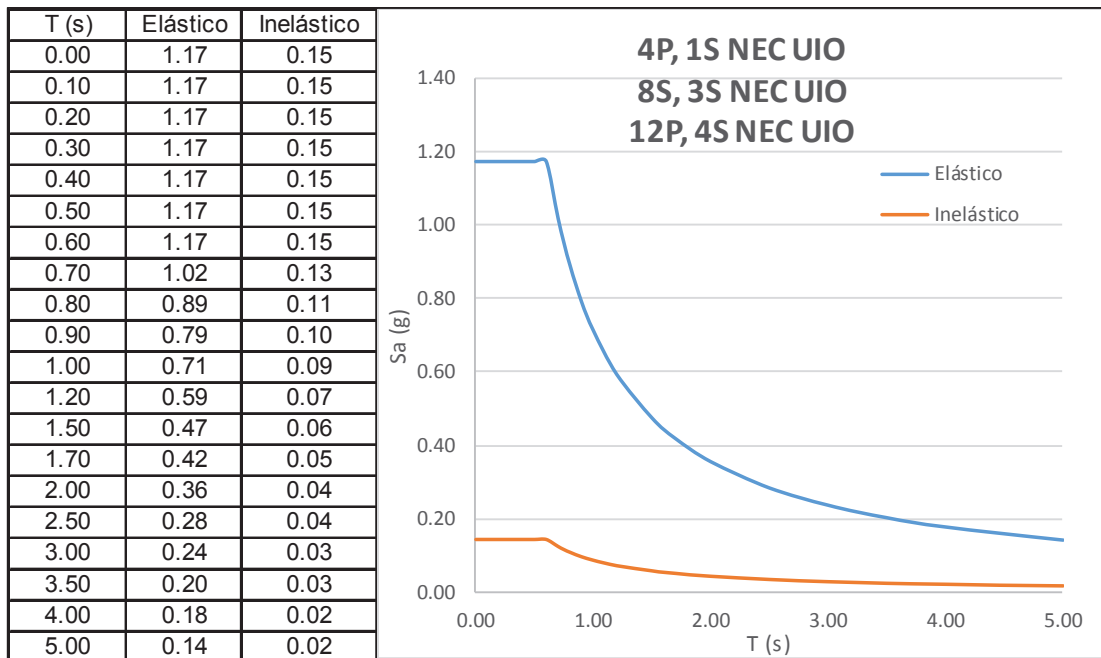
No.	$Z$	$r$	$S_a$	$V$ [%W]	$V_{eqCEC}$	$\Delta E_{m\acute{a}x}$	Sistema estructural
1	0.4	1.0	0.78	9.790	6.993	0.0033	Con diafragmas 12P, 4S
2	0.4	1.0	1.06	13.269	9.478	0.0033	Con núcleo central 8P, 3S
3	0.4	1.0	1.19	14.880	10.629	0.0033	Aporticado 4P, 1S

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

En lo referente a la generación de los espectros, dada la coincidencia de los factores tanto de sitio, como estructurales se pueden resumir en 2 gráficos de acuerdo a la ciudad de emplazamiento, mismos que generan sendos espectros inelásticos.

**GRÁFICO 3.7****ESPECTROS PARA EDIFICIOS 4P, 1S; 8P, 3S Y 12P, 4S ESM, NEC**

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

**GRÁFICO 3.8****ESPECTROS PARA EDIFICIOS 4P, 1S; 8P, 3S Y 12P, 4S UIO, NEC**

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

## **CAPÍTULO 4**

### **MODELACIÓN CEC**

#### **4.1 PARÁMETROS GENERALES**

Se trabajará mayormente en unidades S.I. incluyendo sus múltiplos y submúltiplos de acuerdo a la conveniencia en cuanto al tamaño de las cifras. De estas, principalmente los parámetros referentes a fuerzas, serán considerados en kN, las distancias en m y esfuerzos en MPa.

#### **4.2 DEFINICIÓN DE MATERIALES**

##### **4.2.1 HORMIGÓN**

Para todos los casos, el peso específico del hormigón armado será  $24 \text{ kN/m}^3$  y el módulo de elasticidad  $E_c$  se asumirá en base a las recomendaciones de clases de Aplicaciones Computacionales en Estructuras (Díaz, 2013) de  $3735\sqrt{f'c}$  en MPa equivalente a  $12000\sqrt{f'c}$  en  $\text{kg/cm}^2$ .

La resistencia nominal  $f'c = 28 \text{ MPa}$ . Se usará para todos los elementos estructurales distintos a los de cimentación.

Para los elementos de cimentación se empleará hormigón de resistencia nominal  $f'c = 21 \text{ MPa}$ .

##### **4.2.2 REFUERZO**

Para refuerzo en barras de cualquier tipo se empleará acero de peso unitario  $78.5 \text{ kN/m}^3$ , esfuerzo de fluencia  $F_y = 420 \text{ MPa}$  y módulo de elasticidad  $E_s = 200000 \text{ MPa}$ .



### 4.3 DEFINICIÓN DE SECCIONES

Las dimensiones de arranque de la modelación se describen en el capítulo anterior. Se probarán diversas soluciones estructurales, mostrándose al final la que se consideró como la más idónea.

Para los elementos ubicados desde el nivel N+0.00 hacia abajo, se usará un factor de masa igual a cero a fin de que no intervengan en los modos de vibración.

#### 4.3.1 ELEMENTOS DE PÓRTICOS

Se usarán los factores que modifican las secciones debido a agrietamiento:

- 0.50 para vigas, aclarando que al final el factor para vigas resulta de 1.0 al considerar el aporte de la losa de acuerdo a ACI 318S-11 R10.10.4.1.
- 0.80 para columnas
- 0.60 para muros estructurales para los dos primeros pisos y el primer subsuelo. Para el resto de pisos será 1.

Se tomará un recubrimiento mínimo de 4.0 cm para las estructuras emplazadas en Esmeraldas y 3.0 cm para las emplazadas en Quito.

#### 4.3.2 ELEMENTOS DE ÁREA

Para losa se empleará una sección que se modelará como *Membrane* del tipo *Waffle* en concordancia con el numeral 3.3.1.

Los diafragmas se modelarán como tipo *Shell-Thick*.

### 4.4 DEFINICIÓN DE CARGAS

Para carga muerta se definirán dos patrones de carga, uno para el peso propio de los elementos estructurales y el otro para los pesos permanentes añadidos como la mampostería y los acabados.

El patrón para carga viva se definirá de acuerdo al numeral 3.2.

Para las cargas sísmicas estáticas se usarán los factores definidos en el numeral 3.5.

#### **4.5 COMBINACIONES DE CARGA**

Se utilizarán las combinaciones descritas en el apéndice C del ACI 318S-11. Se considerarán únicamente las cargas: muerta (D), viva (L) y sismo con sus componentes x, y (Ex y Ey respectivamente).

Se debe recordar que la carga muerta está comprendida por el peso propio de los elementos estructurales y el peso de los acabados y elementos no estructurales de carácter permanente.

Una vez hecha la eliminación inicial, y tras quitar las combinaciones redundantes, las resultantes y en las que se basarán todos los cálculos de aquí en adelante son las siguientes:

- 1)  $1.4 D + 1.7 L$
- 2)  $0.75 (1.4 D + 1.7 L) \pm 1.4 Ex$
- 3)  $0.75 (1.4 D + 1.7 L) \pm 1.4 Ey$
- 4)  $0.9 D \pm 1.4 Ex$
- 5)  $0.9 D \pm 1.4 Ey$

#### **4.6 CARGA SÍSMICA REACTIVA**

Se tomará como carga sísmica W a la carga muerta total (peso propio + acabados) en un 100%.

## 4.7 PREFERENCIAS DE DISEÑO

Se seleccionará el ACI318S-11 con las modificaciones del apéndice C para el diseño de hormigón armado.

Para el diseño estructural se modelará la estructura íntegra con simulación de empotramiento en las bases de muros y columnas al nivel del último subsuelo. Se considerará la excitación por sismo hasta el nivel N+0.00 en donde se aplicará el cortante basal calculado.

Todas las losas, por considerarse elementos de infinita rigidez en su plano, se asignarán a un diafragma horizontal por piso. Es necesario también agrupar los muros que actuarán en conjunto bajo un mismo *pier*.

Una vez definidos todos los parámetros enunciados se procederá a la corrida del programa.

## 4.8 REVISIONES PREVIAS AL DISEÑO

### 4.8.1 CONTROL DE DERIVAS

Se revisará que cumpla con las derivas máximas antes de proceder con el diseño de las secciones de hormigón armado. El CEC especifica para estructuras de hormigón armado una deriva máxima inelástica  $\Delta_M$  de 0.02. Esta se define como:

$$\Delta_M = R \Delta_E \quad (4.1)$$

$$\Delta_E = \frac{\Delta_M}{R} \quad (4.2)$$

Donde R es el factor de reducción de respuesta estructural y  $\Delta_E$  las derivas obtenidas como consecuencia de la aplicación de las fuerzas laterales de diseño estáticas.

#### 4.8.2 PERIODO DE DISEÑO

De acuerdo a las recomendaciones recibidas en clases de Hormigón Armado III (Placencia Andrade, 2011) se revisará el periodo de diseño de tal modo que se cumpla:

$$T_{diseño} = \min(0.75T_{modelo}; T_{calculado}) \quad (4.3)$$

Con el valor obtenido de la aplicación de esta ecuación se corregirá el cortante basal y recalculará el modelo.

**TABLA 4.1**  
**PERIODOS DE DISEÑO, CEC**

EDIFICIO	QUITO CEC			ESMERALDAS CEC		
	Periodo Calculado	Periodo ETABS	Periodo Utilizado	Periodo Calculado	Periodo ETABS	Periodo Utilizado
4P, 1S	0.548	0.716	0.537	0.548	0.716	0.537
8P, 3S	0.725	0.925	0.694	0.725	0.925	0.694
12P, 4S	0.936	1.187	0.890	0.936	1.187	0.890

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

#### 4.8.3 REVISIÓN DE TORSIÓN EN PLANTA

Se debe chequear que no se produzca torsión alrededor del eje vertical, esto podría provocar daño en cabeza y pie de columnas lo que conllevaría al colapso. Para esto se verificará que los primeros 2 modos sean traslacionales mediante la verificación de las proporciones de participación de masas.

TABLA 4.2

## PROPORCIONES DE PARTICIPACIÓN MODAL DE MASAS 4P, 1S CEC UIO

Modo	T (s)	UX	UY	RZ
1	0.716	0.000	0.577	0.000
2	0.706	0.578	0.000	0.000
3	0.628	0.000	0.000	0.479
4	0.248	0.000	0.088	0.000
5	0.245	0.087	0.000	0.000
6	0.219	0.000	0.000	0.071
7	0.13	0.000	0.028	0.000
8	0.129	0.027	0.000	0.000
9	0.116	0.000	0.000	0.022
10	0.091	0.000	0.009	0.000
11	0.091	0.008	0.000	0.000
12	0.081	0.000	0.000	0.006
13	0.035	0.000	0.298	0.000
14	0.032	0.300	0.000	0.000
15	0.021	0.000	0.000	0.423

FUENTE: Programa ETABS.

#### 4.9 INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

Para comenzar con el diseño de cimentaciones la mejor manera es considerar como se comportan al actuar conjuntamente los elementos estructurales (sobre todo los de cimentación) y el suelo. Para cuantificar este comportamiento al que se conoce como interacción suelo estructura (ISE) se utiliza la relación propuesta por Bowles para el cálculo del módulo de reacción de la subrasante o módulo de balasto:

$$K_b = 120q_a \quad (4.4)$$

De donde  $K_b$  tiene las unidades  $t/m^3$  y  $q_a$  está en  $t/m^2$ . Este modelo se exportará a un programa de diseño de cimentaciones como el SAFE donde se correrán los diseños de la cimentación y se verificarán los cálculos manuales de cimentación.

## CAPÍTULO 5

### DISEÑO CEC

#### 5.1 METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

##### 5.1.1 MARCO NORMATIVO

Se tomará como primer referente a la publicación *Requisitos de reglamento para concreto estructural ACI 318S-11 y Comentarios* de acuerdo a su apéndice C para cualquier parámetro o especificación de diseño que no contemplen las siguientes normas oficiales:

- CPE INEN 5: 2001 Parte 1. Capítulo 12  
Código Ecuatoriano de la Construcción. Requisitos Generales de Diseño: Peligro Sísmico, Espectros de Diseño y Requisitos Mínimos de Cálculos para Diseño Sismo - Resistente.
- CPE INEN 5 Parte 1:2001  
Código Ecuatoriano de la Construcción. Requisitos Generales de Diseño.

##### 5.1.2 MÉTODO DE DISEÑO

Se usará el diseño por resistencia de acuerdo a lo especificado por el ACI 318S-11 en su capítulo 9, respetando en todos los casos la relación básica:

$$\text{Resistencia de diseño} \geq \text{Resistencia requerida} \quad (5.1)$$

$$\phi (\text{Resistencia nominal}) \geq U \quad (5.2)$$

Para el diseño de elementos se realizó un programa en hoja de cálculo electrónica a fin de agilizar el procesamiento del volumen de casos generados.

### 5.1.3 LOSAS

Se hará el cálculo paso a paso para el modelo 4P, 1S ubicado en Quito para la losa entre los ejes D-E-3-4 del nivel superior que son las más críticas con respecto a las condiciones de borde ya que presenta las vigas más pequeñas en cuanto a sección.

#### 5.1.3.1 Determinación de cargas

**TABLA 5.1**

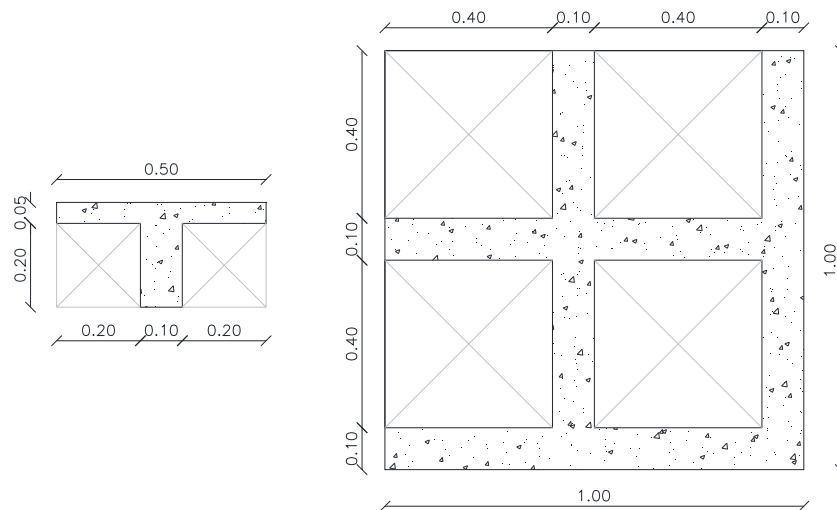
**CARGAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS EN DISEÑO DE LOSAS POR M<sup>2</sup>**

Item	Carga repartida [kN/m <sup>2</sup> ]	
	<i>N+12.00</i> <i>a N+0.00</i>	<i>N+12.00</i> <i>a N+0.00</i>
<i>Peso propio de losa</i>	2.93	2.00
Nervios de hormigón	1.73	
Loseta de compresión	1.20	
<i>Paredes y acabados</i>	3.50	
<b><i>Carga total por m<sup>2</sup> de losa</i></b>	<b>6.43</b>	<b>2.00</b>

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

**GRÁFICO 5.1**

**SECCIÓN DE TÍPICA DE LOSA**



ELABORACIÓN: Iván Bustos

### 5.1.3.2 Revisión de límites geométricos

La sección 8.13 del ACI 318S-11 detalla una serie de requisitos geométricos a tener en cuenta previo al inicio de los cálculos, entre estos:

- Ancho mínimo y altura máxima de las nervaduras 8.13.2
- Espaciamiento libre entre nervaduras 8.13.3
- Espesor mínimo de loseta de compresión 8.13.6.1

### 5.1.3.3 Control de deflexiones

Se realiza el control de espesores mínimos de acuerdo al 9.5 del ACI 318S-11.

Área de viga T (nervio):

$$A = (5 \times 50) + (10 \times 20) = 250 + 200 = 450 \text{ cm}^2$$

Dado que en "x" es conocido que el centro de gravedad del nervio se halla en la mitad debido a ser simétrico, con respecto al eje "y" entonces se halla la coordenada  $Y_{cg}$  del centro de gravedad con respecto a la base:

$$Y_{cg} = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i} \quad (5.3)$$

$$Y_{cg} = \frac{(250 * 22.5) + (200 * 10)}{450}$$

$$Y_{cg} = 16.94 \text{ cm}$$

Se determina la inercia de la sección con respecto a su centro de gravedad:

$$I_{cg} = \sum I_{cg} + \sum A_i y_{cgi}^2 \quad (5.4)$$

$$I_{cg} = \frac{50 * 5^3}{12} + \frac{10 * 20^3}{12} + 250(22.5 - 16.94)^2 + 200(16.94 - 10)^2$$



$$I_{cg} = 24548.61 \text{ cm}^4$$

Se calcula el peralte equivalente para las nervaduras, mismas que conforman vigas T en su sección transversal. La sección equivalente rectangular será una que teniendo igual base tenga a la vez la misma inercia.

$$I_{eq} = I_{real} \quad (5.5)$$

Ahora determinamos el espesor equivalente dado que:

$$I_{cg} = \frac{bh_{eq}^3}{12} \quad (5.6)$$

$$h_{eq} = \sqrt[3]{\frac{12 I_{cg}}{b}}$$

$$h_{eq} = \sqrt[3]{\frac{12 * 24548.61}{50}}$$

$$\mathbf{h_{eq} = 18.06 \text{ cm}}$$

Se busca el valor de  $\alpha_{fm}$ , el cual se define como el valor promedio de  $\alpha_f$  para todas las vigas perimetrales. De donde a su vez el  $\alpha_f$  es la relación entre los módulos de rigidez a flexión de la viga y la franja de losa limitada por los ejes centrales de los paneles adyacentes de haberlos. Dado que las vigas y la losa son del mismo material en este caso  $\alpha_f$  resulta ser una relación de inercias entre las vigas y la losa. Se debe revisar también que en bordes discontinuos se cuente con una viga con una relación de rigidez  $\alpha_f$  no menor a 0.8. Resumiendo:

$$\alpha_f = \frac{E_h I_v}{E_h I_l} = \frac{I_v}{I_l} = \frac{\frac{b_v h_v^3}{12}}{\frac{b_l h_l^3}{12}} = \frac{b_v h_v^3}{b_l h_l^3} \quad (5.7)$$

$$\alpha_{fm} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_{fi}}{n} \quad (5.8)$$

Siendo

$\alpha_f$ : relación entre los módulos de rigidez a flexión de la viga y la losa

$E_h$ : módulo de elasticidad del hormigón

$I_v$ : momento de inercia de la viga

$I_l$ : momento de inercia de la losa.

$b_v$ : base de la viga.

$h_v$ : peralte de la viga.

$b_l$ : base de la losa.

$h_l$ : peralte de la losa.

El ACI-318 en su numeral 9.5.3.3 estipula los espesores mínimos para losas en 2 direcciones con vigas en los apoyos:

- Para  $\alpha_{fm} \leq 0.2$ 
  - $h = 125$  mm para losas sin ábacos
  - $h = 100$  mm para losas con ábacos
- Para  $0.2 < \alpha_{fm} < 2.0$ 

$$h = \frac{l_n \left( 0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0.2)} \text{ pero no menor que } 125 \text{ mm}$$
- Para  $0.2 < \alpha_{fm} < 2.0$ 

$$h = \frac{l_n \left( 0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta} \text{ pero no menor que } 90 \text{ mm}$$

Siendo

$l_n$ : luz libre en la dirección larga medida de cara a cara de viga.

$f_y$ : módulo de elasticidad del acero en MPa.

$\beta$ : relación entre la luz libre en la dirección larga y la luz libre en la dirección corta.

$\alpha_{fm}$ : promedio de los valores  $\alpha_f$  para la losa en cuestión.

Ahora usando la relación antes obtenida para los diferentes escenarios de la losa propuesta a fin de determinar el más crítico y a su vez el mayor valor de  $h$  necesario usando las ecuaciones 9-12 y 9-13 del ACI 318S-11 R9.5.3.3 para peralte equivalente mínimo:

Para un tramo de borde (2-3-C-D):

$$\alpha_c = \alpha_D = \alpha_3 = \frac{30 \times 50^3}{(600 - 30)18.06^3} = 1.12$$

$$\alpha_c = \frac{30 \times 50^3}{(300 - 15)18.06^3} = 2.23$$

$$\alpha_m = \frac{1.12 \times 3 + 2.23}{4} = 1.40$$

Por lo tanto, se emplea la ecuación ACI 318S-11 (9-12) por hallarse el valor de  $\alpha_{fm}$  en su rango:

$$h = \frac{5.5 \left( 0.8 + \frac{420}{1400} \right)}{36 + 9 \times 1(1.40 - 0.2)}$$

$$\mathbf{h = 0.13m}$$

Para un tramo intermedio (3-4-D-E):

$$\alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_D = \alpha_E = \alpha_m = \frac{30 \times 50^3}{(600 - 30)18.06^3} = 1.12$$

Empleando la ecuación ACI 318S-11 (9-13) correspondiente al rango de  $\alpha_{fm}$ :

$$h = \frac{5.5 \left( 0.8 + \frac{420}{1400} \right)}{36 + 9 \times 1(1.12 - 0.2)}$$

$$\mathbf{h = 0.14m}$$

Para un paño de esquina (2-3-B-C):

$$\alpha_{f2} = \alpha_{fB} = \frac{30 \times 50^3}{(300 - 15)18.06^3} = 2.23$$

$$\alpha_{f3} = \alpha_{fC} = \frac{30 \times 50^3}{(600 - 30)18.06^3} = 1.12$$

$$\alpha_{fm} = \frac{2.23 \times 2 + 1.12 \times 2}{4} = 1.68$$

Aplicando la ecuación ACI 318S-11 (9-13):

$$h = \frac{5.7 \left( 0.8 + \frac{420}{1400} \right)}{36 + 9 \times 1(1.68 - 0.2)}$$

$$h = 0.12m$$

$$h_{min} = 0.14m < h_{eq} = 0.18m \rightarrow OK$$

De donde se puede ver que el valor mínimo de peralte equivalente necesario es de 14cm < 18cm que es el peralte equivalente de la sección asumida por lo cual se puede concluir las condiciones propuestas para la losa en análisis cumplen con los requisitos de espesor mínimo para losas con vigas que se extienden entre los apoyos en todos los lados. De esta revisión se desprende que el caso más crítico se presenta para un panel interior.

#### 5.1.3.4 Método de diseño

Dada la cantidad de secciones a revisar se optará por el método de los coeficientes ACI que destacan por su sencillez y agilidad en los cálculos. Al respecto Orlando Giraldo (2003) nos dice en su libro Estructuras de Hormigón 2:

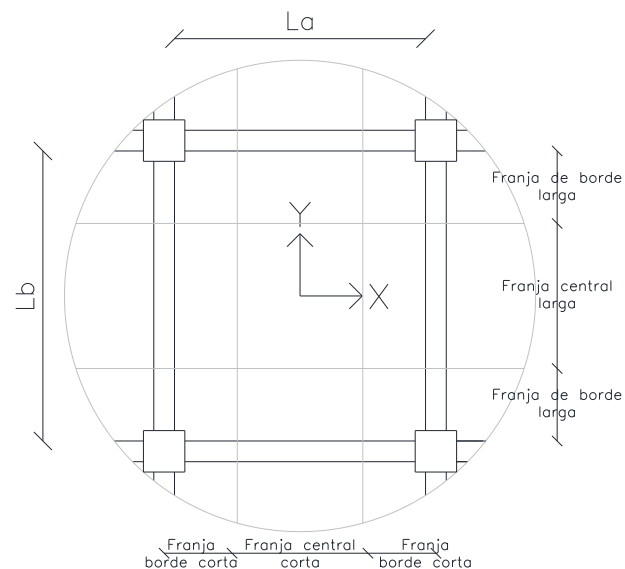
*El método de los coeficientes del ACI fue originalmente propuesto por Henry Marcus en 1929 y ampliamente difundido en Europa. En América fue presentado por Paul Rogers en 1944. Este ha sido usado por los ingenieros calculistas americanos en forma amplia desde su presentación oficial en el código ACI 318-63 cuando se requieren diseñar o revisar losas en dos direcciones apoyadas rígidamente en sus bordes por vigas o muros que suministren una gran rigidez perimetral.*

Este método se basa en la aplicación de coeficientes de distribución empíricos tabulados de acuerdo a las condiciones de apoyo de la losa y está permitido su uso de acuerdo al ACI 318S-11 13.15.1.

Para el inicio del análisis con este método se debe dividir al panel de losa (ACI 318S-11 13.2.3) losa en tres regiones o franjas en cada dirección. La región central que corresponde a la mitad de la luz considerada y dos franjas de borde con un cuarto de la longitud a cada lado de la franja central (ACI 318S-11 13.2.1 y 13.2.2)

## GRÁFICO 5.2

### DIVISIÓN DE LOSA PARA APLICACIÓN DE MÉTODO DE LOS COEFICIENTES



ELABORACIÓN: Iván Bustos.

Los momentos y cortantes en la dirección corta y larga se definirán con las siguientes relaciones:

$$M_a = C_a q l_a^2 \quad (5.9)$$

$$M_b = C_b q l_b^2 \quad (5.10)$$

$$R_a = C_a W_u \quad (5.11)$$

$$R_b = C_b W_u \quad (5.12)$$

$M_a$  y  $M_b$ : momentos en la dirección corta y larga respectivamente.

$R_a$  y  $R_b$ : cortante en la dirección corta y larga respectivamente.

$C_a$  y  $C_b$ : coeficientes de momento en la dirección corta y larga respectivamente.

$q$ : carga uniformemente repartida.

$l_a$  y  $l_b$ : luz en la dirección corta y larga respectivamente.

Vale aclarar que los coeficientes  $C_a$  y  $C_b$  son dependientes del tipo de carga (muerta o viva) y que este diseño no contempla cargas sísmicas, sin embargo, no es un problema ya que una de las hipótesis básicas es que la losa recibe cargas perpendiculares a su plano y es infinitamente rígida en su plano. Las tablas para determinación de los coeficientes se presentan en el Anexo No. 1.

Para bordes discontinuos se considera el momento negativo igual a un tercio del momento positivo.

Aplicando para el presente caso:

$$M_a^- = 0.045 * 12.40 * 5.7^2 = 18.13 \frac{kNm}{m} = 9.07 \frac{kNm}{nervio}$$

$$M_{ad}^- = 0.018 * 9.00 * 5.7^2 = 5.26 \frac{kNm}{m}$$

$$M_{al}^- = 0.027 * 3.40 * 5.7^2 = 2.98 \frac{kNm}{m}$$

$$M_a^- = 5.26 + 2.98 = 8.24 \frac{kNm}{m} = 4.12 \frac{kNm}{nervio}$$

$$W_a^- = 0.5 * 12.40 * \left( \frac{5.7}{2} - 0.21 \right) = 16.37 \frac{kNm}{m} = 8.19 \frac{kNm}{nervio}$$

$$M_b^- = 0.045 * 12.40 * 5.7^2 = 18.13 \frac{kNm}{m} = 9.07 \frac{kNm}{nervio}$$

$$M_{bd}^- = 0.018 * 9.00 * 5.7^2 = 5.26 \frac{kNm}{m}$$

$$M_{bl}^- = 0.027 * 3.40 * 5.7^2 = 2.98 \frac{kNm}{m}$$

$$M_b^- = 0.5 * 12.40 * \left( \frac{5.7}{2} - 0.21 \right) = 16.37 \frac{kNm}{m} = 8.19 \frac{kNm}{nervio}$$

### 5.1.3.5 Determinación de sección de acero

Se diseñará como un entramado de vigas, por lo cual aplicará la cuantía mínima de acero para vigas.

Refuerzo mínimo [ACI 10.5.1]:

$$A_{s_{min}} = \frac{0.25\sqrt{f'c}}{f_y} b_w d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w d \quad (5.13)$$

$$A_{s_{min}} = \frac{0.25\sqrt{28}}{420} 10 * 21 \geq \frac{1.4}{420} 10 * 21$$

$$A_{s_{min}} = 0.66 \text{ cm}^2 \geq 0.70 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 0.70 \text{ cm}^2$$

Cuantía requerida:

$$M_n = \rho b d^2 F_y \left( 1 - 0.588 \rho \frac{F_y}{f'c} \right) \quad (5.14)$$

De donde se obtiene:

$$A_{s_a}^- = 1.20 \text{ cm}^2 \rightarrow 1\emptyset 14 \text{ c/nervio}$$

$$A_{s_a}^+ = 0.70 \text{ cm}^2 \rightarrow 1\emptyset 10 \text{ c/nervio}$$

$$A_{s_b}^- = 1.20 \text{ cm}^2 \rightarrow 1\emptyset 14 \text{ c/nervio}$$

$$A_{s_b}^+ = 0.70 \text{ cm}^2 \rightarrow 1\emptyset 10 \text{ c/nervio}$$

Cortante resistente [ACI 8.13.8]:

$$\phi V_c = \phi * 1.1 * 0.17\sqrt{f'c} b d \quad (5.15)$$

$$\phi V_c = 0.85 * 1.1 * 0.17\sqrt{28} 100 * 210/1000$$

$$\phi V_c = 17.66 \text{ kN}$$

$$\phi V_c > V_u \rightarrow OK$$

Este proceso se automatiza y resume en la siguiente hoja de cálculo:

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CÓDIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+13.00
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CÓDIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b> Panel central

CODIFICACIÓN DE COLORES	
<span style="background-color: #d9ead3;"> </span>	Dato del programa: se pueden modificar
<span style="background-color: #fcf8e3;"> </span>	Resultado calculado: se recomienda no modificar
<span style="background-color: #f4cccc;"> </span>	Dato de código: consultar norma para modificar

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Flexión sin carga axial	0.90
Corte	0.85

CARGAS DE SERVICIO UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS	
Código de diseño sísmico	CEC

CARGAS DE SERVICIO UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS	
Permanentes o muerta <b>D</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	6.43
No permanentes o viva <b>L</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	2.00

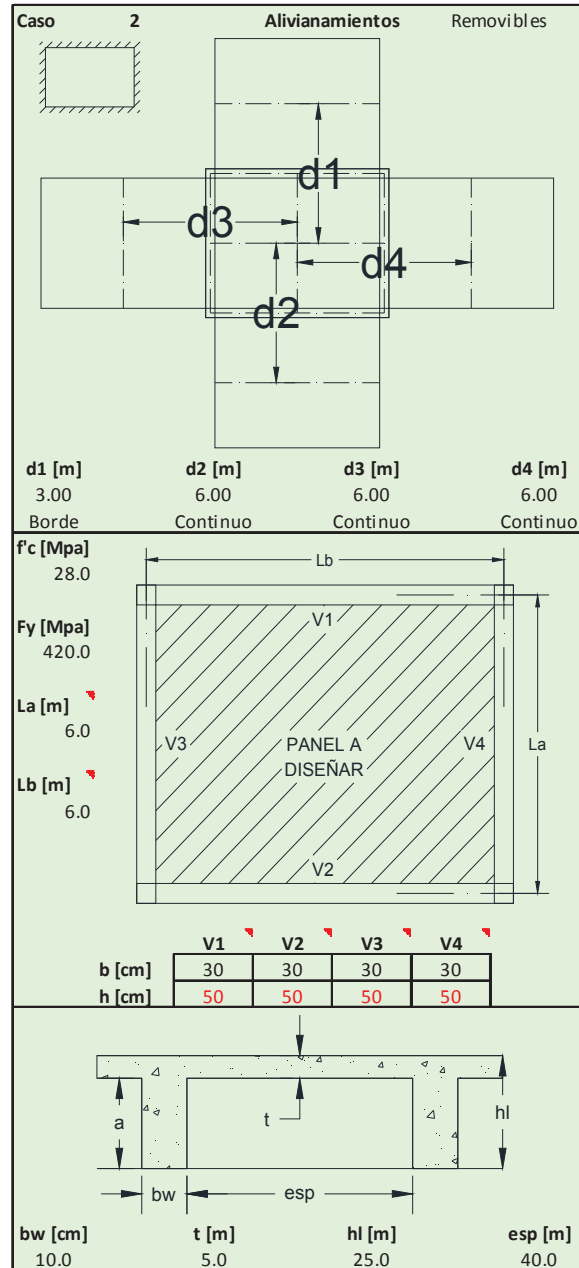
CARGAS FACTORIZADAS DISTRIBUIDAS	
Permanentes o muerta <b>D</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	9.00
No permanentes o viva <b>L</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	3.40
Carga factorizada total <b>D+L</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	12.40

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Sección de nervio típico "T" [cm <sup>2</sup> ]	450.00
Altura del centro de gravedad <b>Ycg</b> [cm]	16.94
Momento de inercia x-x <b>I<sub>x-x</sub></b> [cm <sup>4</sup> ]	24548.61
Peralte equivalente de la losa <b>h<sub>eq</sub></b> [cm]	18.06
Relación entre luz larga a corta $\beta$	1.00
$\alpha_m$	1.40
Recubrimiento [cm]	3.00

MÍNIMOS GEOMÉTRICOS DE LOSA	
Peralte mínimo requerido <b>h<sub>min</sub></b> [cm]	14.94
Ancho mínimo de nervadura <b>b<sub>w</sub></b> [cm]	10.00
Altura máxima de nervaduras <b>a</b> [cm]	35.00
Espac. máx. entre nervaduras <b>esp</b> [cm]	75.00
Espesor mín. loseta compresión <b>t</b> [cm]	5.00

COEFICIENTES EN SENTIDO CORTO	
Momento neg. carga total D+L [kN.m]	0.045
Momento pos. carga muerta D [kN.m]	0.018
Momento pos. por carga viva L [kN.m]	0.027
Corte por carga total D+L [kN]	0.500

COEFICIENTES EN SENTIDO LARGO	
Momento negativo carga total D+L	0.045
Momento positivo carga muerta D	0.018
Momento positivo por carga viva L	0.027
Corte por carga total D+L	0.500



DISEÑO A FLEXIÓN EN SENTIDO CORTO POR NERVI							
Descripción de refuerzo	Posición	Mu [kN.m]	d [cm]	As [cm <sup>2</sup> ]	$\phi_s$ [mm]	#	Resumen de armado
Franja central	Sup. cont.	-9.07	21.00	1.20	14	1	1 $\phi$ 14 As= 1.54 cm <sup>2</sup>
	Inferior	+4.12	21.00	0.70	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>
	Sup. disc.	-1.37	21.00	0.70	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>

DISEÑO A FLEXIÓN EN SENTIDO LARGO POR NERVI							
Descripción de refuerzo	Posición	Mu [kN.m]	d [cm]	As [cm <sup>2</sup> ]	$\phi_s$ [mm]	#	Resumen de armado
Franja central	Sup. cont.	-9.07	21.00	1.20	14	1	1 $\phi$ 14 As= 1.54 cm <sup>2</sup>
	Inferior	+4.12	19.50	0.65	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>
	Sup. disc.	-1.37	19.50	0.65	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>

DISEÑO A CORTE POR NERVI						
Descripción de refuerzo	Vu <sub>crit</sub> [kN]	$\phi V_c$ [kN]	1ra evaluación	bw [cm]	$\phi V_c$ [kN]	2da evaluación
Cortante crítico	8.19	17.66	Sección OK	50.00	80.29	OK



## 5.1.4 VIGAS

### 5.1.4.1 Flexión

Se realizará el diseño completo de la viga 4 del nivel N+3.25 a flexión y corte, y se compararán los resultados con los obtenidos utilizando el programa ETABS a fin de evaluar su fiabilidad y calibrar los resultados.

Para el diseño de vigas se usará lo estipulado por el ACI 318S-11 en lo referente a flexión, corte y disposiciones especiales para diseño sísmico siguiendo los esquemas de cálculo utilizados en clases de Hormigón Armado I, II y III.

Como primer paso se determina la envolvente de diseño de acuerdo a las combinaciones definidas en el numeral 4.5. Comparadas con las obtenidas por el programa de diseño son prácticamente las mismas, por lo cual se verifica la confiabilidad en cuanto al diseño a flexión.

Obtenidos los momentos se verifican mediante el uso de la fórmula (5.14) definida anteriormente.

$$M_n = \rho b d^2 F_y \left( 1 - 0.588 \rho \frac{F_y}{f'_c} \right)$$

El refuerzo mínimo de acero ( $A_{s_{\min}}$ ) debe estar presente en cualquier sección del elemento, definido en (5.13):

$$A_{s_{\min}} = \frac{0.25 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w d$$

A fin de garantizar la ductilidad se aplicará el límite máximo recogido de ediciones anteriores del CEC y el SEAOC por Marcelo Romo (Temas de Hormigón Armado, 2008):

$$\rho_{\min} = 0.50\rho_b \quad (5.16)$$

La separación libre mínima entre varillas paralelas en un lecho debe ser igual al diámetro del refuerzo, pero no menor de 2.50 cm. [ACI 318S-11 7.6.1]

Se dispondrán al menos dos varillas de forma continua arriba y abajo. [ACI318S-11 21.3.2.1]

#### 5.1.4.2 Corte

Se revisa el diseño a cortante para garantizar el comportamiento dúctil de las vigas frente a la presencia de cargas laterales.

Una vez definido el requerimiento de la sección se utilizarán los momentos en los extremos basados en el refuerzo del acero en tensión a colocar ( $M_{pr1}$  y  $M_{pr2}$ ) serán iguales a [ACI 21.3.4.1]:

$$M_{pr} = A_s \alpha f_y \left( d - \frac{\alpha f_y A_s}{1.25 f'_c b_w} \right) \quad (5.17)$$

De donde  $\alpha$  es un factor que considera la resistencia real a la fluencia desarrollado por el acero, mismo que para este caso será igual a 1.25.

La fuerza de diseño a cortante ( $V_e$ ) está dada por la fórmula [ACI 21.5.4.1]:

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{H} \pm \frac{w_u l_n}{2} \quad (5.18)$$

Los límites de espaciamiento para estribos están dados por [ACI 21.5.3.2]:

$$s = \min \left( \frac{d}{4}, 6\phi_v, 15cm \right) \quad (5.19)$$

La resistencia a cortante de la sección definida el ACI 318S-11 11.1.1:

$$V_n = V_c + V_s \quad (5.20)$$

De donde la resistencia que aporta el hormigón se define en el ACI 318S-11 11.2.1.1:

$$V_c = 0.17\sqrt{f'_c}b_wd \quad (5.21)$$

Mientras que la resistencia que aporta el refuerzo para corte está dada en el ACI 318S-11 11.4.7.2:

$$V_s = \frac{A_v f_y t d}{s} \quad (5.22)$$

El refuerzo mínimo por cortante realizado con estribos perpendiculares al eje, está dado por ACI 318S-11 21.3.4.1:

$$A_{vmin} = 0.062\sqrt{f'_c} \frac{bs}{f_y} \geq 0.35 \frac{bs}{f_y} \quad (5.23)$$



<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> Apéndice C

## DISEÑO POR CORTE

Acerca de...

<b>Datos geométricos</b>	<b>Factor de reducción de resistencia</b>	<b>Armado preferente a corte</b>
$s_{máx} = 10.80$ cm	$\phi_c = 0.85$	$s_o$ (cm) 10.00
	<b>Factor de resistencia del refuerzo</b>	$\phi$ (mm) 10
	$\alpha = 1.25$	

## Momentos probables [kN.m]

Mpr	497.26	420.91	420.91	420.91	420.91	420.91	420.91	497.26
	279.38	211.88	211.88	211.88	211.88	211.88	211.88	279.38
Vpr	128.93	115.05	115.05	115.05	115.05	115.05	115.05	128.93

## Solicitaciones a corte [kN]

D	-70.8	71.8	-71.2	71.4	-71.4	71.2	-71.8	70.8				
L	-17.8	17.9	-17.8	17.9	-17.9	17.8	-17.9	17.8				
E	58.9	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3	58.9					
$V_{DHL}$	89.77	89.34	89.34	89.03	89.03	89.77	88.60	88.60				
$V_{UdHL}$	218.70	179.79	218.70	204.39	165.48	204.39	204.39	165.16	204.39	218.70	178.61	218.70
$V_{COMB1}$	131.06	130.45	130.45	129.99	129.99	131.06	129.39	129.39				
$V_{UCOMB1}$	259.99	203.17	259.99	245.50	188.68	245.50	245.50	188.22	245.50	259.99	201.49	259.99

## Cortante resistente [kN]

$V_c$	0.00	147.19	0.00	0.00	147.19	0.00	0.00	147.19	0.00	0.00	147.19	0.00
$V_s$	257.30	91.83	257.30	240.46	74.79	240.46	240.46	74.25	240.46	257.30	89.86	257.30
$V_s < 4V_c$	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

## Armado requerido por diseño a corte

$A_{Vmin}$	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
$l_o$ [m]	1.20	3.10	1.20	1.20	3.10	1.20	1.20	3.10	1.20	1.20	3.10	1.20
$s$ [cm]	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00
$A_{Vnec}$ [cm <sup>2</sup> ]	1.11	0.80	1.11	1.04	0.65	1.04	1.04	0.64	1.04	1.11	0.78	1.11
# ramas	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

## Armado transversal final (incluye refuerzo por confinamiento)

2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en $l_o=1.2$ m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en $l_o=1.2$ m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en $l_o=1.2$ m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en $l_o=1.2$ m en extremos
2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en $l=3.1$ m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en $l=3.1$ m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en $l=3.1$ m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en $l=3.1$ m al centro

## 5.1.5 COLUMNAS

### 5.1.5.1 Chequeo de límites

Para comenzar con el chequeo de las columnas, se ha de cumplir con las cuantías mínimas exigidas por el código. Porcentaje de acero de refuerzo ( $\rho_g$ ) [ACI 21.6.3.1]:

$$0.01 \leq \rho_g \leq 0.06 \quad (5.24)$$

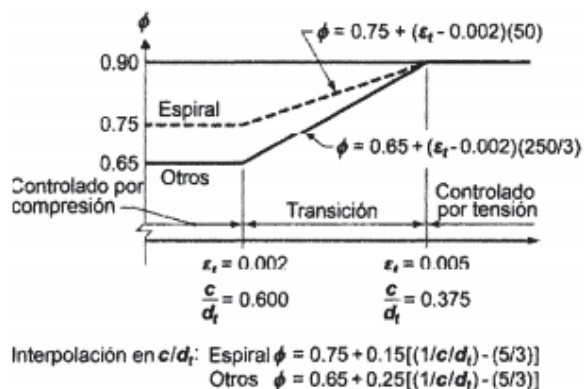
Adicional se debe revisar que se cumpla con los límites de espaciamiento mínimo especificados en el ACI 318S-11 7.6.3.

### 5.1.5.2 Flexo-compresión

La base para el análisis del comportamiento del elemento a la acción combinada de carga axial y momento son las curvas de interacción. Para su elaboración se seguirá el procedimiento de elaboración de las curvas aprendido en el curso de Hormigón Armado III considerando los límites de aplicabilidad de los factores de reducción de resistencia que se basan en esta edición en la deformación unitaria de los materiales.

### GRÁFICO 5.3

#### VARIACIÓN DE $\phi$ CON LA DEFORMACIÓN UNITARIA NETA DE TRACCIÓN DEL ACERO EN EL EXTREMO DE TRACCIÓN PARA ACERO GRADO 420



FUENTE: ACI 318S-11 R9.3.2.2.

El propósito de estas curvas es determinar la capacidad utilizable ( $M_u$ ,  $P_u$ ) y determinar si las solicitaciones a las que se encuentra sometida están dentro de estos rangos. En resumidas cuentas, la verificación a flexión y compresión.

### 5.1.5.3 Corte y confinamiento

La función del refuerzo transversal en columnas es principalmente garantizar el adecuado confinamiento lateral del refuerzo longitudinal y a su vez del núcleo de hormigón que es la principal fuente de resistencia a compresión. Es indispensable además para garantizar la rigidez en las regiones nodales.

Por lo expuesto, se revisarán ambos escenarios a fin de garantizar el refuerzo transversal requerido por el más desfavorable.

Debido a que la filosofía de diseño del ACI es garantizar que la estructura posea la ductilidad necesaria para disipar energía, incluso en el rango inelástico de ser necesario ante eventos de gran exigencia como lo son los grandes sismos, por lo que se debe suponer que el acero de refuerzo llegará a la fluencia. Esta hipótesis define que la resistencia a cortante requerida estará primordialmente relacionada con la resistencia a flexión del elemento (Placencia Andrade, 2011).

Se debe garantizar por ende una serie de condiciones que conducen a garantizar entre otras cosas la ductilidad de la estructura.

Cada varilla esquinera y cada varilla alternada longitudinal debe estar soportada por la esquina de un estribo. Ninguna varilla debe estar separada más de 15 cm a cada lado de una varilla soportada. [ACI 318S-11 7.10.5.3]

El refuerzo transversal se debe suministrar en una longitud ( $l_o$ ) dada por [ACI 21.6.4.1]:

$$l_o = \text{máx} \left( h, \frac{L}{6}, 45\text{cm} \right) \quad (5.25)$$

La separación máxima del refuerzo transversal a lo largo del eje longitudinal en la longitud  $l_o$  [ACI 21.6.4.1]:

$$s_o = \min\left(\frac{b}{4}, \frac{h}{4}, 6\phi_l, 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3}\right)\right) \quad (5.26)$$

$$10\text{cm} \leq s_o \leq 15\text{cm} \quad (5.27)$$

La separación máxima para el tramo medio [ACI 318S-11 21.6.4.5]:

$$s = \min(6\phi_l, 15\text{cm}) \quad (5.28)$$

El cortante máximo soportado en base al refuerzo longitudinal del elemento estará dado por:

$$V_u = \frac{2Mb}{H} \quad (5.29)$$

La sección requerida de refuerzo a cortante se calculará de acuerdo a la ecuación 5.20:

Se empleará del mismo modo las ecuaciones 5.21 y 5.22 definidas para vigas.

El límite mínimo de la sección de refuerzo transversal para elementos a flexo compresión con estribos [ACI 318S-11 21.6.4.4]:

$$A_{sh} = 0.3 \frac{s b_c f'_c}{f_{yt}} \left[ \left( \frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right] \quad (5.30)$$

$$A_{sh} = 0.09 \frac{s b_c f'_c}{f_{yt}} \quad (5.31)$$



<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> $\sigma_{\max}$ y $\sigma_{\min}$

CODIFICACIÓN DE COLORES	
<span style="color: green;">■</span>	Dato del programa: se pueden modificar
<span style="color: yellow;">■</span>	Resultado calculado: se recomienda no modificar
<span style="color: orange;">■</span>	Dato de código: consultar norma para modificar

DATOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	
Longitud en sentido x [m]	0.50
Longitud en sentido y [m]	0.50
Área bruta [cm <sup>2</sup> ]	2500.0

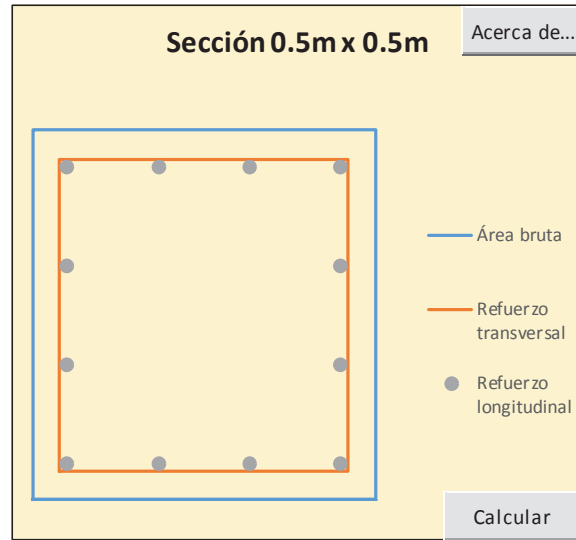
DETALLE DEL REFUERZO LONGITUDINAL	
Recubrimiento [m]	0.04
Diámetro del refuerzo [mm]	20
# varillas en dirección x	4
# varillas en dirección y	4
Área total de refuerzo [cm <sup>2</sup> ]	37.70
Porcentaje de refuerzo longitudinal [%]	1.51
Espaciamiento en dirección x [cm]	11.3
Espaciamiento en dirección y [cm]	11.3

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
f'c [Mpa]	28
$\beta$	0.85
Fy [Mpa]	420

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Secciones controladas por tracción	0.90
Secciones controladas por compresión	0.70

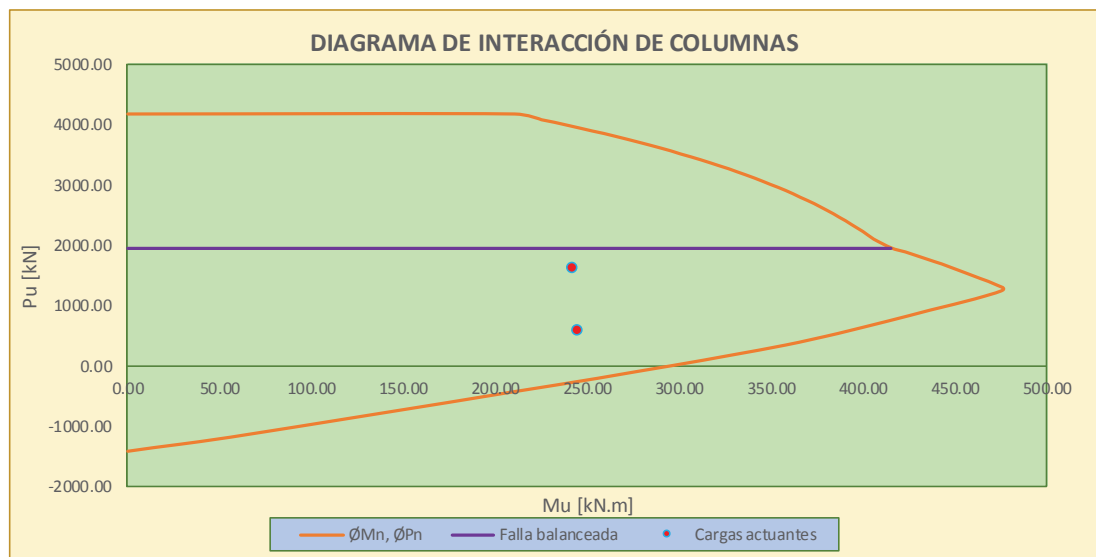
LIMITACIONES DE DISEÑO	
$\epsilon_c$ máxima a compresión (hormigón)	0.003
$\epsilon_s$ límite a compresión (acero)	0.002
$\epsilon_s$ límite a tracción (acero)	0.005
Factor por excentricidad accidental	0.80

LÍMITES DEL FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Fuerzas	
Deformación unitaria del acero	



CUADRO AUXILIAR DE CÁLCULO MOMENTO RESULTANTE		
Mu x-x [kN]	Mu y-y [kN]	Mu [kN]
0.00	0.00	0.00
$\alpha$ [°]		0.00

SOLICITACIONES (RESIT. REQUERIDA)		2
Cargas	Pu [kN]	Mu [kN]
Carga 1	1636.61	241.64
Carga 2	594.24	244.13



<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> $\phi_{m\acute{a}x}$ y $\phi_{m\acute{a}n}$

ZONA DE FALLA FRÁGIL					
c [cm]	Pi [kN]	Mi [kN.m]	$\phi$	$\phi P_i$ [kN]	$\phi M_i$ [kN.m]
28.06	2993.61	579.60	0.70	2095.53	405.72
29.13	3169.79	571.09	0.70	2218.85	399.76
30.19	3341.13	562.25	0.70	2338.79	393.58
31.25	3508.13	553.03	0.70	2455.69	387.12
32.32	3671.21	543.37	0.70	2569.85	380.36
33.38	3830.76	533.21	0.70	2681.53	373.25
34.44	3987.10	522.51	0.70	2790.97	365.76
35.50	4140.51	511.24	0.70	2898.36	357.87
36.57	4291.26	499.36	0.70	3003.88	349.55
37.63	4439.56	486.83	0.70	3107.69	340.78
38.69	4585.63	473.63	0.70	3209.94	331.54
39.76	4729.63	459.74	0.70	3310.74	321.82
40.82	4871.73	445.13	0.70	3410.21	311.59
41.88	5012.08	429.79	0.70	3508.46	300.86
42.95	5150.81	413.70	0.70	3605.56	289.59
44.01	5288.02	396.84	0.70	3701.62	277.79
45.07	5423.84	379.19	0.70	3796.69	265.44
46.14	5558.35	360.75	0.70	3890.85	252.53
47.20	5691.65	341.51	0.70	3984.15	239.05
48.26	5823.81	321.44	0.70	4076.67	225.01

COMPRESIÓN PURA	
Po [kN]	7443.64
$\phi P_o$ [kN]	5210.55
Po máx [kN]	5954.91
$\phi P_o$ máx [kN]	4168.44

CONDICIÓN BALANCEADA	
cb [cm]	27.00
Pb [kN]	2786.90
$\phi P_b$ [kN]	1950.83
Mb [kN.m]	592.90
$\phi M_b$ [kN.m]	415.03

ZONA DE FALLA DÚCTIL					
c [cm]	Pi [kN]	Mi [kN.m]	$\phi$	$\phi P_i$ [kN]	$\phi M_i$ [kN.m]
25.71	2621.94	590.14	0.72	1879.06	422.94
24.43	2453.31	586.03	0.74	1803.40	430.79
23.14	2280.40	580.58	0.76	1722.97	438.66
21.86	2102.43	573.79	0.78	1636.60	446.65
20.57	1918.48	565.68	0.80	1542.78	454.90
19.29	1727.35	556.29	0.83	1439.46	463.57
18.00	1549.82	544.13	0.87	1343.18	471.58
16.71	1390.24	528.84	0.90	1251.21	475.96
15.43	1225.73	511.80	0.90	1103.16	460.62
14.14	1014.59	484.84	0.90	913.13	436.36
12.86	809.02	458.66	0.90	728.11	412.79
11.57	586.66	429.15	0.90	527.99	386.24
10.29	372.29	397.67	0.90	335.06	357.90
9.00	189.88	365.34	0.90	170.89	328.81
7.71	-9.99	328.11	0.90	-8.99	295.30
6.43	-237.77	283.86	0.90	-214.00	255.48
5.14	-514.43	228.43	0.90	-462.99	205.58
3.86	-888.83	152.02	0.90	-799.94	136.82
2.57	-1323.26	62.18	0.90	-1190.94	55.96
1.29	-1453.31	31.80	0.90	-1307.98	28.62

FLEXIÓN PURA	
c [cm]	7.78
M [kN.m]	330.01
$\phi M$ [kN.m]	297.01

TRACCIÓN PURA	
Pt [kN]	-1583.36
$\phi P_t$ [kN]	-1425.03

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> $\sigma_{m\acute{a}x}$ y $\sigma_{m\acute{i}n}$

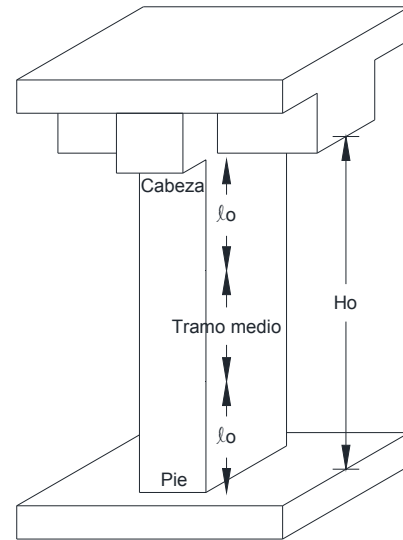
CODIFICACIÓN DE COLORES	
<span style="background-color: #90EE90; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	Dato del programa: se pueden modificar
<span style="background-color: #FFD700; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	Resultado calculado: se recomienda no modificar
<span style="background-color: #FFA500; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	Dato de código: consultar norma para modificar

DATOS DEL ELEMENTO	
Luz libre o altura libre, $H_o$ [m]	2.65

DETALLE DEL REFUERZO TRANSVERSAL	
Diámetro del refuerzo [mm]	10

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Corte	0.85

FUERZAS DE DISEÑO	
Mb x-x [kN.m]	415.03
Mb y-y [kN.m]	415.03

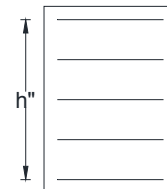


#### LÍMITES DE ESPACIAMIENTO Y ARMADO

Cabeza y pie	b [cm]	h [cm]	$H_o/6$ [cm]	mín [cm]	$l_o$ [cm]
	50.0	50.0	44.2	45.0	50.0
Tramo medio	b/4 [cm]	h/4 [cm]	$6\phi_c$ [cm]	máx [cm]	$s_{m\acute{a}x}$ [cm]
	12.5	12.5	12.0	10.0	10.0
Tramo medio	d/2 [cm]	$6\phi_c$ [cm]	máx [cm]	$s_{m\acute{a}x}$ [cm]	
	22.5	12.0	15.0	12.0	

#### RAMAS EN SENTIDO X

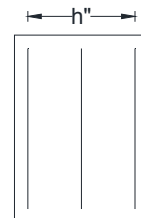
Confinamiento	s [cm]	h" [cm]	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Ash [cm <sup>2</sup> ]
	10.0	44.0	2.56	2.64	2.64
Corte	$V_u$ [kN]	$V_c$ [kN]	$V_s$ [kN]	$V_s < 4V_c$	$V_u \leq \phi V_c + \phi V_s$
	313.23	206.90	161.61	OK	OK
	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Av calc [cm <sup>2</sup> ]	Av [cm <sup>2</sup> ]	
2.56	2.64	0.86	2.64		



Sentido X

#### RAMAS EN SENTIDO Y

Confinamiento	s [cm]	h" [cm]	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Ash [cm <sup>2</sup> ]
	10.0	44.0	2.56	2.64	2.64
Corte	$V_u$ [kN]	$V_c$ [kN]	$V_s$ [kN]	$V_s < 4V_c$	$V_u \leq \phi V_c + \phi V_s$
	313.2	206.90	161.61	OK	OK
	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Av calc [cm <sup>2</sup> ]	Av [cm <sup>2</sup> ]	
2.56	2.64	0.86	2.64		



Sentido Y

#### ARMADO REQUERIDO

Cabeza y pie	Sentido	s [cm]	Av [cm <sup>2</sup> ]	Ramales	Diseño
	x	10.0	2.64	3.36	4 ramas @ 10 cm
y	10.0	2.64	3.36	4 ramas @ 10 cm	
Tramo medio	Sentido	s [cm]	Av [cm <sup>2</sup> ]	Ramales	Diseño
	x	12.0	0.86	1.09	2 ramas @ 12 cm
y	12.0	0.86	1.09	2 ramas @ 12 cm	

VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE ESTAS NORMAS	
ACI 318S-11: 7.10.5.3	Estribos

## 5.1.6 CONEXIÓN VIGA COLUMNA

Como se explicó anteriormente el diseño de elementos de hormigón armado para estructuras ubicadas en regiones de actividad sísmica busca garantizar una respuesta deseable ante el ingreso al rango de deformaciones inelásticas, siguiendo un esquema de formación de rótulas plásticas que permitan disipar energía sin correr riesgo de colapso. Siguiendo esta lógica de diseño el ACI 318 recoge en su capítulo 21 parte de las recomendaciones de ACI 352RS-02 con respecto al diseño de la conexión viga-columna.

El diseño de la conexión viga-columna corresponde a la parte medular del diseño sismo-resistente. Al igual que en los elementos anteriores, se utilizarán todas las normas aplicables del ACI 318.

### 5.1.6.1 Columna fuerte-viga débil

La revisión de esta condición reduce las posibilidades de falla en la columna y favorece a su vez la formación de las rótulas plásticas en las vigas. El 21.6.2.2 lo resume como:

$$\sum M_{nc} = 1.2 \sum M_{nb} \quad ( 5.32 )$$

Su cumplimiento garantiza que la capacidad total de las columnas sea un 20% mayor que la sumatoria de la capacidad de las vigas, con lo cual se espera que el orden de formación de mecanismos para la disipación de la energía siga el esquema deseado.

### 5.1.6.2 Resistencia del nudo al cortante horizontal

Primero se evaluará el confinamiento al nudo aportado por las vigas que llegan a él. Para ello se debe cumplir con la condición descrita en el ACI 318S-11 21.7.4.1 donde básicamente se pide verificar que la viga cubra al menos las tres cuartas

partes del nudo para garantizar el confinamiento y aplicar las distintas fórmulas para el cálculo de la capacidad nominal cortante del nudo ( $V_n$ ) descritas para cada escenario.

Para nudos confinados por vigas en las cuatro caras	$1.7\sqrt{f'_c}A_j$
Para nudos confinados por vigas en tres caras o en 2 caras opuestas	$1.2\sqrt{f'_c}A_j$
Para otros casos	$1.0\sqrt{f'_c}A_j$

### 5.1.6.3 Chequeo de confinamiento

Se deben cumplir para el nudo las ecuaciones 1 y 2 definidas para columnas.

### 5.1.6.4 Control de deterioro de la adherencia

Se debe controlar el deterioro de la adherencia. Dicho chequeo está dado por las siguientes condiciones [ACI 21.7.2.3]:

$$h_c \geq 20\phi_v \quad (5.33)$$

$$h_v \geq 20\phi_c \quad (5.34)$$

### 5.1.6.5 Revisión del anclaje

Cuando una viga que llega al nudo acaba ahí, como es el caso de los nudos exteriores y esquineros, es necesario garantizar que el refuerzo a tracción terminado en gancho estándar a  $90^\circ$  tenga la longitud suficiente tal que permita desarrollar los esfuerzos  $f_y$  de requerirse [ACI318S-11 21.7.5.1]:

$$l_{dhreq} = \max\left(l_{dh} = \frac{f_y d_b}{5.4\sqrt{f'_c}}, 8\phi_v, 15cm\right) \quad (5.35)$$

## 5.1.7 DIAFRAGMAS O MUROS DE CORTE

El esquema de diseño empleado para el diseño de diafragmas será el impartido en la materia Hormigón Armado III (Placencia Andrade, 2011).

### 5.1.7.1 Flexo-compresión

Se realizará el análisis de la resistencia del diafragma en base al diagrama de interacción desarrollado en forma análoga al diagrama de interacción desarrollado para columnas en base a los capítulos 9 y 10 del ACI318S-11.

### 5.1.7.2 Corte

Se calculará el cortante de diseño como una función de la capacidad del muro a flexión, definido de la siguiente manera:

$$Vu_{dis} = Vu \frac{M_n}{M_u} 1.15 \leq \phi V_n \quad (5.36)$$

De donde la relación  $M_n/M_u$  debe ser mayor o igual a 1.42.

Deducido de lo expresado en el ACI 11.9.3 se define el valor máximo para el cortante último que se puede asumir para un muro:

$$V_u \leq \phi V_n = \phi 0.83 \sqrt{f'_c} h d \quad (5.37)$$

De donde  $d$  se definirá como la distancia entre la fibra extrema a compresión y el centroide del cabezal opuesto de acuerdo a lo utilizado en clases.

El valor del cortante resistente de la sección está dado por:

$$\phi V_n = \phi A_{cv} \left( 0.17 \sqrt{f'_c} + \rho_s f_y \right) \quad (5.38)$$

$$\rho_s = \frac{Av}{bs} \quad (5.39)$$

### 5.1.7.3 Diseño de cabezales

Se aplicarán para el diseño de cabezales las mismas consideraciones ya expuestas para columnas, con una fuerza de compresión definida por:

$$Pu_{cabezal} = \frac{Pu_{diaf}}{2} + \frac{Mu_{diaf}}{L} \quad (5.40)$$

Sabiendo que el límite máximo a compresión es igual a:

$$Pu_{cabezal} \leq 0.56Po \quad (5.41)$$

<b>PROYECTO:</b> Edificio 12 pisos, 4 subsuelos	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b>
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b>

CODIFICACIÓN DE COLORES	
<span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	Dato del programa: se pueden modificar
<span style="background-color: #FFD700; border: 1px solid black; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	Resultado calculado: se recomienda no modificar
<span style="background-color: #FFA500; border: 1px solid black; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	Dato de código: consultar norma para modificar

SECCIÓN TRANSVERSAL INICIAL (SIN CABEZALES)	
Longitud en sentido x [m]	0.40
Longitud en sentido y [m]	6.50

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Secciones controladas por tracción	0.90
Secciones controladas por compresión	0.70
Cortante y torsión	0.85

LIMITACIONES DE DISEÑO	
$\epsilon_c$ máxima a compresión (hormigón)	0.003
$\epsilon_s$ límite a compresión (acero)	0.002
$\epsilon_s$ límite a tracción (acero)	0.005
Factor por excentricidad accidental	0.80

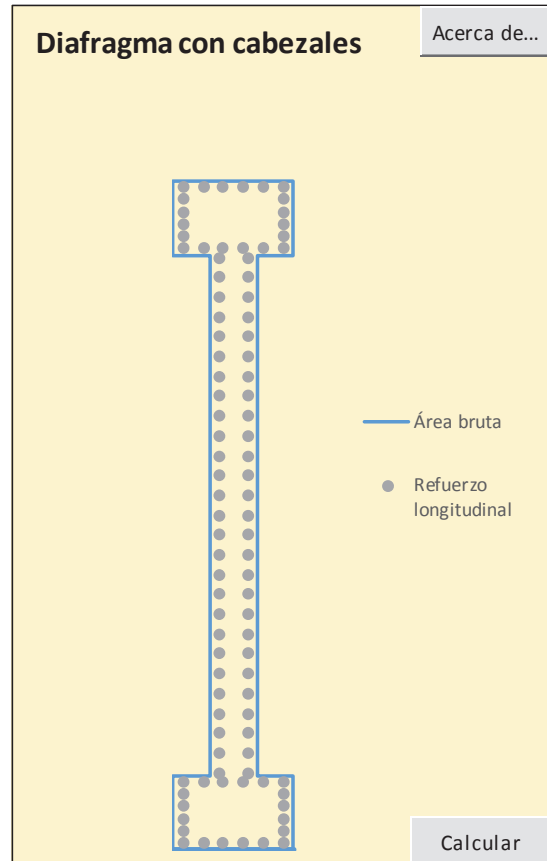
CARGAS QUE PROVOCAN ESFUERZO MÁXIMO	
Pu [kN]	8269.39
Mu [kN.m]	36318.66
Vu [kN]	2130.46
Necesita cabezales, $f_{m\acute{a}x}$ [MPa] = 16.07 > 0.2*f'c	

CARGAS QUE PROVOCAN ESFUERZO MÍNIMO	
Pu [kN]	3930.45
Mu [kN.m]	36243.85
Vu [kN]	1871.20
Necesita cabezales, $f_{m\acute{a}x}$ [MPa] = 14.38 > 0.2*f'c	

DETALLES DE CABEZALES	
Longitud en sentido x [m]	0.75
Longitud en sentido y [m]	0.75
Recubrimiento [m]	0.05
Diámetro del refuerzo [mm]	25
# varillas en dirección x	6
# varillas en dirección y	6
Área total de refuerzo [cm <sup>2</sup> ]	98.17
Porcentaje de refuerzo longitudinal [%]	1.75
Espaciamiento en dirección x [cm]	12.5
Espaciamiento libre en dirección x [cm]	10.0
Espaciamiento en dirección y [cm]	12.5
Espaciamiento libre en dirección y [cm]	10.0

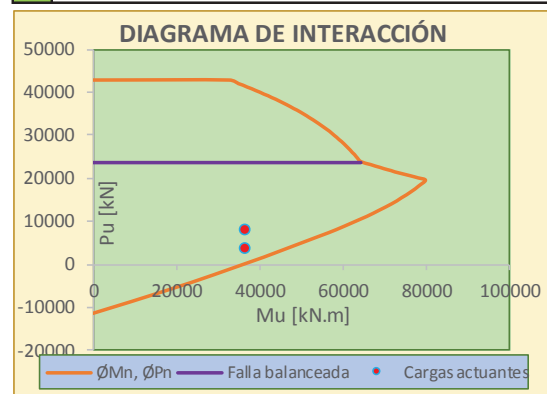
DETALLES DEL ALMA	
Longitud en sentido x [m]	0.30
Longitud en sentido y [m]	5.25
Recubrimiento [m]	0.05
Diámetro del refuerzo [mm]	16
# capas en dirección x	2
Espaciamiento en dirección y [cm]	20.0
# varillas en dirección y	27
Área total de refuerzo [cm <sup>2</sup> ]	108.57
Porcentaje de refuerzo longitudinal [%]	0.69
Espaciamiento en dirección x [cm]	16.8

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
f'c [Mpa]	28
$\beta$	0.85
Fy [Mpa]	420



DETALLES DE LA SECCIÓN	
Sección bruta $A_g$ [m <sup>2</sup> ]	2.70
Sección total de acero $A_s$ [cm <sup>2</sup> ]	304.92
Altura total de la sección [m]	6.75
Distancia d para flexión d [m]	6.38
Inercia alrededor del eje menor $I_{x-x}$ [m <sup>4</sup> ]	9.05

LÍMITES DEL FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Fuerzas	
Deformación unitaria del acero	





<b>PROYECTO:</b> Edificio 12 pisos, 4 subsuelos	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b>
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b>

ZONA DE FALLA FRÁGIL					
c [m]	Pn [kN]	Mn [kN.m]	$\phi$	$\phi Pn$ [kN]	$\phi Mn$ [kN.m]
7.22	59931.63	49736.12	0.70	41952.14	34815.28
7.06	58773.93	52766.90	0.70	41141.75	36936.83
6.90	57614.97	55691.84	0.70	40330.48	38984.29
6.74	56447.12	58505.35	0.70	39512.99	40953.74
6.58	55269.75	61208.93	0.70	38688.83	42846.25
6.42	54072.73	63792.99	0.70	37850.91	44655.09
6.26	52871.99	66279.45	0.70	37010.40	46395.62
6.10	51659.25	68661.46	0.70	36161.48	48063.02
5.94	50433.53	70941.29	0.70	35303.47	49658.90
5.77	49183.62	73107.25	0.70	34428.53	51175.08
5.61	47926.22	75187.24	0.70	33548.36	52631.07
5.45	46652.08	77173.29	0.70	32656.45	54021.30
5.29	45351.15	79055.29	0.70	31745.81	55338.70
5.13	44036.24	80860.35	0.70	30825.37	56602.25
4.97	42699.26	82583.08	0.70	29889.48	57808.16
4.81	41338.00	84228.48	0.70	28936.60	58959.94
4.65	39940.68	85785.53	0.70	27958.47	60049.87
4.49	38520.08	87288.90	0.70	26964.06	61102.23
4.33	37066.33	88734.20	0.70	25946.43	62113.94
4.17	35575.62	90129.99	0.70	24902.93	63090.99

COMPRESIÓN PURA	
Po [kN]	76341.05
$\phi Po$ [kN]	53438.73
Po máx [kN]	61072.84
$\phi Po$ máx [kN]	42750.99

CONDICIÓN BALANCEADA	
cb [m]	4.01
Pb [kN]	33974.30
$\phi Pb$ [kN]	23782.01
Mb [kN.m]	91660.74
$\phi Mb$ [kN.m]	64162.52

ZONA DE FALLA DÚCTIL					
c [m]	Pi [kN]	Mi [kN.m]	$\phi$	$\phi Pi$ [kN]	$\phi Mi$ [kN.m]
3.82	32229.94	92741.97	0.72	23098.12	66465.08
3.63	30500.61	93498.05	0.74	22420.62	68729.27
3.44	29009.25	93302.67	0.76	21918.10	70495.35
3.25	27533.25	92843.19	0.78	21432.74	72272.05
3.06	26051.44	92143.06	0.80	20949.70	74098.38
2.87	24567.19	91154.32	0.83	20472.66	75961.93
2.68	23084.83	89926.83	0.87	20006.85	77936.58
2.48	21601.31	88445.16	0.90	19441.18	79600.64
2.29	20120.10	86678.52	0.90	18108.09	78010.67
2.10	18635.69	84668.41	0.90	16772.12	76201.57
1.91	17052.91	82119.10	0.90	15347.62	73907.19
1.72	15504.96	79412.48	0.90	13954.46	71471.23
1.53	13898.68	76292.65	0.90	12508.81	68663.39
1.34	12293.19	72896.26	0.90	11063.87	65606.64
1.15	10591.11	68983.74	0.90	9532.00	62085.37
0.96	8832.90	64655.87	0.90	7949.61	58190.29
0.76	6877.10	59510.58	0.90	6189.39	53559.52
0.57	1813.02	45548.39	0.90	1631.72	40993.55
0.38	-2841.32	32022.49	0.90	-2557.19	28820.24
0.19	-6972.40	19209.69	0.90	-6275.16	17288.72

FLEXIÓN PURA	
c [cm]	0.50
M [kN.m]	40335.83
$\phi M$ [kN.m]	36302.25

TRACCIÓN PURA	
Pt [kN]	-12806.77
$\phi Pt$ [kN]	-11526.09

<b>PROYECTO:</b> Edificio 12 pisos, 4 subsuelo	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b>
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b>

CODIFICACIÓN DE COLORES	
	Dato del programa: se pueden modificar
	Resultado calculado: recomendado no modificar
	Dato de código: consultar norma para modificar

DATOS DEL ELEMENTO	
Área bruta para corte, $A_{cv}$ [m <sup>2</sup> ]	2.03
Luz libre o altura libre, $h_w$ [m]	2.75
Longitud total del muro, $l_w$ [m]	6.75
Coefficiente de relación $h_w/l_w$ , $\alpha_c$	0.25
Refuerzo transversal muro, $\phi_v$ [mm]	14

FUERZAS DE DISEÑO										
Tipo	$P_u$ [kN]	$M_u$ [kN.m]	$V_u$ [kN]	$M_n$ [kN.m]	C/S	$V_{u_{dis}}$ [kN]	$V_{u_{máx}}$ [kN]	$\phi V_n$ [kN]	$V_{u_{dis}} \leq \phi V_n$	
$\sigma_{máx}$	8269.39	36318.66	2130.46	63198.50	1.740	4263.32	7139.66	7122.09	OK	
$\sigma_{mín}$	3930.45	36243.85	1871.20	51499.64	1.421	3057.66			OK	

DISEÑO DE REFUERZO HORIZONTAL CORTE				
# ramas	pt	$s_{nec}$ [cm]	$A_s$ [cm <sup>2</sup> /m]	Detalle de armado
2	0.0067	15.31	3.08	2 ramas $\phi 14 @ 15$ cm

DISEÑO DE CABEZALES				
$P_{u_{cab}}$ [kN]	$A_g$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_s$ [cm <sup>2</sup> ]	$0.56P_o$ [kN]	$P_{u_{cab}} \leq 0.56P_o$
10187.81	5625.00	98.17	10975.133	OK

## LÍMITES DE ESPACIAMIENTO Y ARMADO

Armado homogéneo	$b/4$ [cm]	$h/4$ [cm]	$6\phi_c$ [cm]	$s_o$ [cm]	máx [cm]	$s_{máx}$ [cm]
	18.8	18.8	15.0	13.3	15.0	13.3

## RAMAS EN SENTIDO X

Confinamiento	$s$ [cm]	$h''$ [cm]	$A_{sh1}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{sh2}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{sh}$ [cm <sup>2</sup> ]	$\phi_{est}$ [mm]
	13.3	70.0	2.76	5.60	5.60	12

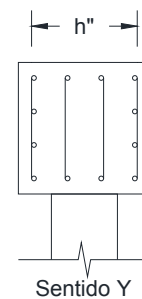
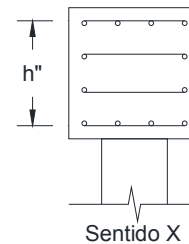
## RAMAS EN SENTIDO Y

Confinamiento	$s$ [cm]	$h''$ [cm]	$A_{sh1}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{sh2}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{sh}$ [cm <sup>2</sup> ]	$\phi_{est}$ [mm]
	13.3	70.0	2.76	5.60	5.60	12

## ARMADO REQUERIDO

Armado homogéneo	Sentido	$s$ [cm]	$A_v$ [cm <sup>2</sup> ]	Ramales	Diseño
	x	10.0	5.60	3.71	4 ramas @ 10 cm
	y	10.0	5.60	3.71	4 ramas @ 10 cm

VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE ESTAS NORMAS	
ACI 318S-11: 7.10.5.3	Estribos



### 5.1.8 ZAPATAS

Se propondrá un valor inicial de B con el cual se comprobará que los esfuerzos provocados en la base por las cargas de servicio no superen al esfuerzo admisible, esto se repetirá en un proceso iterativo hasta dar con un resultado satisfactorio tal que:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{P}{A} + \frac{6M_x}{AL} + \frac{6M_y}{AB} \leq \begin{matrix} q_a & (\text{para cargas verticales únicamente}) \\ 1.33q_a & (\text{para cargas verticales y de sismo}) \end{matrix} \quad (5.42)$$

$$\sigma_{m\acute{i}n} = \frac{P}{A} - \frac{6M_x}{AL} - \frac{6M_y}{AB} \geq 0 \quad (5.43)$$

Una vez definida la geometría en planta se procederá con el diseño a corte, punzonamiento y flexión partiendo de un valor impuesto de h, mismo que se comprobará y se cambiará en un proceso iterativo hasta que satisfaga todas las condiciones de diseño.

$$A_{s_{m\acute{i}n}} = \frac{0.25\sqrt{f'c}}{f_y} b_w d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w d \quad (5.44)$$

- Cuantía máxima a flexión.  $\rho_{m\acute{a}x} = 0.5\rho_b$
- El espaciamiento máximo está dado por [ACI 21.4.4.2]:

$$s = \text{mín}(3h, 45\text{cm}) \quad (5.45)$$

- El refuerzo transversal se debe suministrar en una longitud ( $l_o$ ) dada por [ACI 318S-11 21.4.4.4]:

$$l_o = \text{máx}\left(h, \frac{L}{6}, 45\text{cm}\right) \quad (5.46)$$

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> cimentación
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b> col. más exigente

DATOS DE LA COLUMNA	
Longitud en sentido x, Lx [m]	0.50
Longitud en sentido y, Ly [m]	0.50

DATOS DEL SUELO	
$\sigma_{\text{neto}}$ [kPa]	200.00

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Corte	0.85
Flexión	0.90

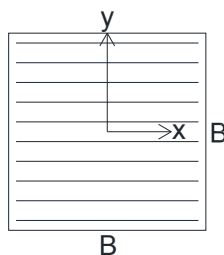
DATOS DE LA ZAPATA	
f'c [Mpa]	21
Fy [Mpa]	420
Recubrimiento [m]	0.05
Ubicación	Interior
$\beta$	0.85
Área requerida de zapata [m <sup>2</sup> ]	9.61
Longitud de base, B [m]	3.10
Área de diseño de zapata [m <sup>2</sup> ]	9.61

ESFUERZOS TRANSMITIDOS	
$\sigma_1$ [kPa]	203.44
$\sigma_2$ [kPa]	193.80
$\sigma_3$ [kPa]	193.60
$\sigma_4$ [kPa]	183.96

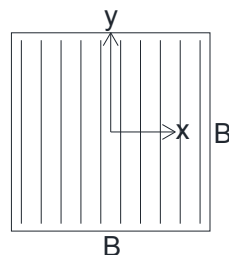
DISEÑO A CORTE	
Altura de zapata, h [m]	0.60
Vu [kN]	695.15
$\phi V_c$ [kN]	1067.44
Vu $\leq \phi V_n$ en el sentido x	OK
Vu [kN]	677.43
$\phi V_c$ [kN]	1108.49
Vu $\leq \phi V_n$ en el sentido y	OK

DISEÑO POR PUNZONAMIENTO	
bo [m]	4.40
Ao [m]	1.06
Vu [kN]	2414.64
$\phi V_c$ [kN]	2807.34
Vu $\leq \phi V_n$ en el sentido x	OK

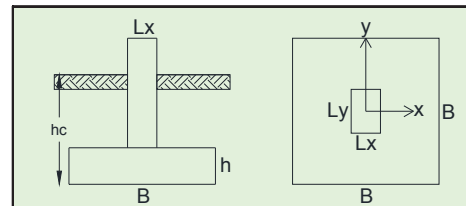
DISEÑO POR FLEXIÓN	
Mu [kN]	166.48
As nec x [cm <sup>2</sup> /m]	17.33
Diámetro del refuerzo en sentido x [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido x [m]	0.15
Mu [kN]	0.01
As nec y [cm <sup>2</sup> /m]	18.00
Diámetro del refuerzo en sentido y [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido y [m]	0.14



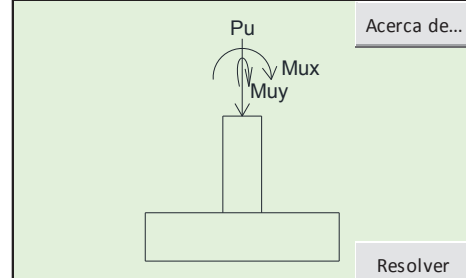
Refuerzo en sentido x



Refuerzo en sentido y



SOLICITACIONES DE SERVICIO (CARGAS SIN MAYORAR)			
Carga	P [kN]	M x-x [kN.m]	M y-y [kN.m]
Muerta	1500.78	0.02	0.00
Viva	360.68	0.01	0.00
Sismo	0.00	24.40	23.93



SOLICITACIONES ÚLTIMAS (CARGAS MAYORADAS)			
Carga	P	M x-x	M y-y
Combinación	2714.25	34.14	33.50

Esquema de esfuerzos transmitidos

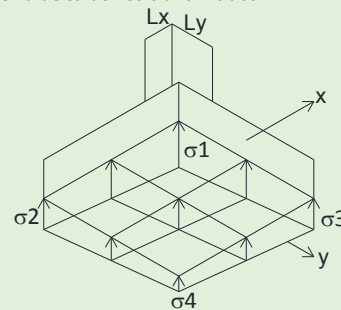
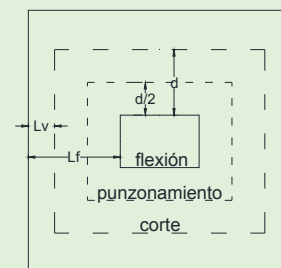


Diagrama de secciones críticas



RESUMEN DE DISEÑO	
Zapata cuadrada de 3.1 m x 3.1 m x 0.6 m	
21 Ø18 @ 15 cm en el sentido x	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 17.24	
22 Ø18 @ 14 cm en el sentido y	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 18.06	

## 5.2 RESUMEN DE DISEÑO

### 5.2.1 QUITO

#### 5.2.1.1 4P, 1S. Aporticado.

**TABLA 5.2**

#### **DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES 4P, 1S**

Niveles	Dimensiones b x h, e [cm]			
	Losa	Vigas	Columnas	Muros sub
N+13.00 a N+9.75	25	30x50	50x50	
N+6.50 a N+3.25	25	35x60	50x50	
N+0.00	25	35x60	50x50	20

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

#### 5.2.1.2 8P, 3S. Con núcleo central.

**TABLA 5.3**

#### **DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES 8P, 3S**

Niveles	Dimensiones b x h, e [cm]					
	Losa	Vigas	Columnas	Muros sub	Muros de núcleo	Cabezales para núcleo
N+26.00 a N+13.00	25	40x65	60x60		20	30x30
N+9.75 a N+3.25	25	40x70	70x70		20	30x30
N+0.00	25	40x70	70x70	20	20	30x30
N-3.00 a N-6.00	25	30x40	70x70	20	20	30x30

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

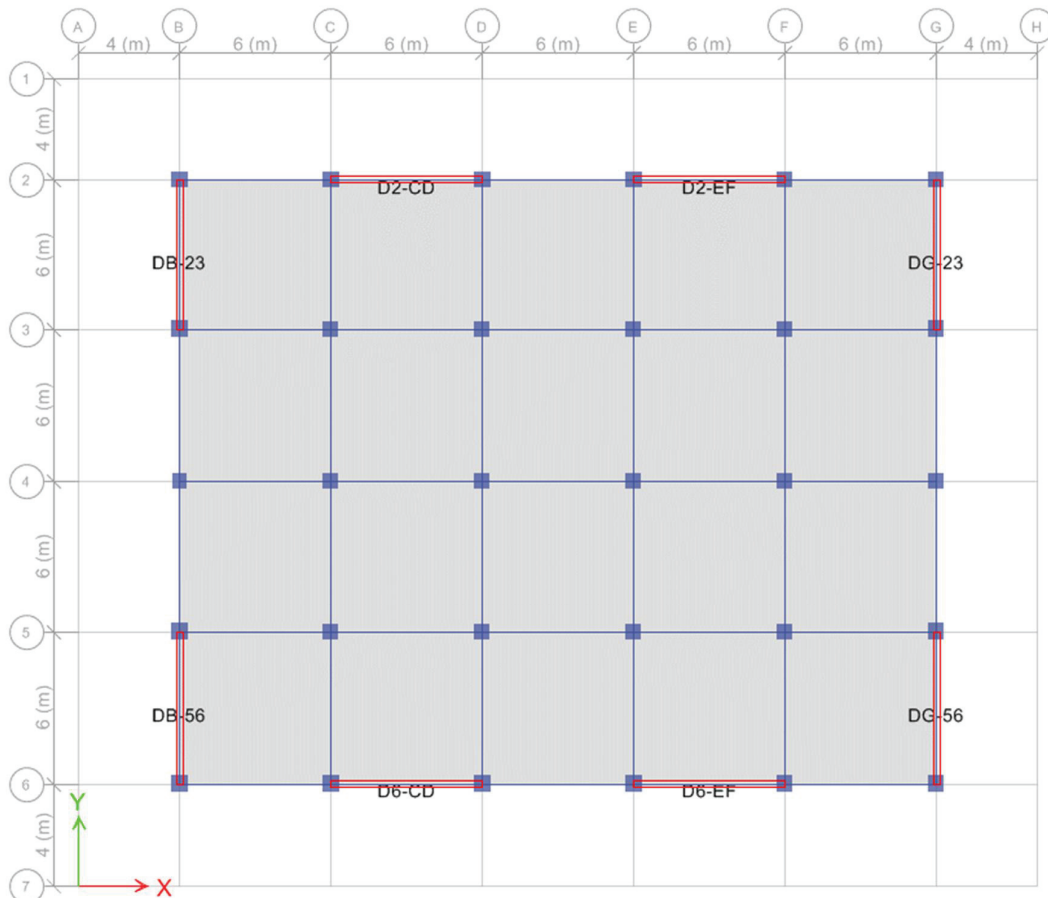
#### 5.2.1.3 12P, 4S. Diafragmas.

**TABLA 5.4**

#### **DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES 12P, 4S**

Niveles	Dimensiones b x h, e [cm]					
	Losa	Vigas	Columnas	Muros sub	Muros de corte	Cabezales para muro
N+39.00 a N+32.50	25	30x45	60x60		20	60x60
N+29.25 a N+16.25	25	40x60	70x70		20	60x60
N+13.00 a N+3.25	25	45x60	80x80		20	60x60
N+0.00	25	45x60	80x80	20	20	60x60
N-3.00 a N-9.00	25	30x40	80x80	20	20	60x60

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

**GRÁFICO 5.4****DISTRIBUCIÓN DE DIAFRAGMAS O MUROS DE CORTE**

FUENTE: Programa ETABS.

**TABLA 5.5****CORTANTE ASUMIDO POR DIAFRAGMAS**

Muro	Dirección	$V_{\text{absorb}}$ [kN]	$V_{\text{absorb}}$ [%]
D6-CD	X	1468.88	75%
D6-EF		1468.88	
D2-CD		1468.88	
D2-EF		1468.88	
DB-56	Y	1408.27	72%
DB-23		1408.27	
DG-23		1408.27	
DG-56		1408.27	

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

## 5.2.2 ESMERALDAS

### 5.2.2.1 4P, 1S. Aporticado.

**TABLA 5.6**

#### **DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES 4P, 1S**

Niveles	Dimensiones b x h, e [cm]			
	Losa	Vigas	Columnas	Muros sub
N+13.00 a N+9.75	25	30x50	50x50	
N+6.50 a N+3.25	25	35x60	50x50	
N+0.00	25	35x60	50x50	20

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

### 5.2.2.2 8P, 3S. Con núcleo central.

**TABLA 5.7**

#### **DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES 8P, 3S**

Niveles	Dimensiones b x h, e [cm]					
	Losa	Vigas	Columnas	Muros sub	Muros de núcleo	Cabezales para núcleo
N+26.00 a N+13.00	25	40x65	60x60		20	30x30
N+9.75 a N+3.25	25	40x70	70x70		20	30x30
N+0.00	25	40x70	70x70	20	20	30x30
N-3.00 a N-6.00	25	30x40	70x70	20	20	30x30

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

### 5.2.2.3 12P, 4S. Diafragmas.

**TABLA 5.8**

#### **DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES 12P, 4S**

Niveles	Dimensiones b x h, e [cm]					
	Losa	Vigas	Columnas	Muros sub	Muros de corte	Cabezales para muro
N+39.00 a N+32.50	25	30x45	60x60		20	60x60
N+29.25 a N+16.25	25	40x60	70x70		20	60x60
N+13.00 a N+3.25	25	45x60	80x80		20	60x60
N+0.00	25	45x60	80x80	20	20	60x60
N-3.00 a N-9.00	25	30x40	80x80	20	20	60x60

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

**TABLA 5.9**  
**CORTANTE ASUMIDO POR DIAFRAGMAS**

Muro	Dirección	V <sub>absorb</sub> [kN]	V <sub>absorb</sub> [%]
D6-CD	X	1468.88	75%
D6-EF		1468.88	
D2-CD		1468.88	
D2-EF		1468.88	
DB-56	Y	1408.27	72%
DB-23		1408.27	
DG-23		1408.27	
DG-56		1408.27	

ELABORACIÓN: Iván Bustos.



# CAPÍTULO 6

## MODELACIÓN NEC

### 6.1 PARÁMETROS GENERALES

Se trabajará mayormente en unidades S.I. incluyendo sus múltiplos y submúltiplos de acuerdo a la conveniencia en cuanto al tamaño de las cifras. De estas, principalmente los parámetros referentes a fuerzas, serán considerados en kN, las distancias en m y esfuerzos en MPa.

### 6.2 DEFINICIÓN DE MATERIALES

#### 6.2.1 HORMIGÓN

Para todos los casos, el peso específico del hormigón armado será  $24 \text{ kN/m}^3$  y el módulo de elasticidad  $E_c$  se asumirá en base a las recomendaciones de clases de Aplicaciones Computacionales en Estructuras (Díaz, 2013) de  $3735\sqrt{f'c}$  en MPa equivalente a  $12000\sqrt{f'c}$  en  $\text{kg/cm}^2$ .

La resistencia nominal  $f'c = 28 \text{ MPa}$ . Se usará para todos los elementos estructurales distintos a los de cimentación.

Para los elementos de cimentación se empleará hormigón de resistencia nominal  $f'c = 21 \text{ MPa}$ .

#### 6.2.2 REFUERZO

Para refuerzo en barras de cualquier tipo se empleará acero de peso unitario  $78.5 \text{ kN/m}^3$ , esfuerzo de fluencia  $F_y = 420 \text{ MPa}$  y módulo de elasticidad  $E_s = 200000 \text{ MPa}$ .

## 6.3 DEFINICIÓN DE SECCIONES

Las dimensiones de arranque de la modelación se describen en el capítulo anterior. Se probarán diversas soluciones estructurales, mostrándose al final la que se consideró como la más idónea.

Para los elementos ubicados desde el nivel N+0.00 hacia abajo, se usará un factor de masa igual a cero a fin de que no intervengan en los modos de vibración.

### 6.3.1 ELEMENTOS DE PÓRTICOS

Se usarán los factores que modifican las secciones debido a agrietamiento:

- 0.50 para vigas, aclarando que al final el factor para vigas resulta de 1.0 al considerar el aporte de la losa de acuerdo a ACI 318S-11 R10.10.4.1.
- 0.80 para columnas
- 0.60 para muros estructurales para los dos primeros pisos y el primer subsuelo. Para el resto de pisos será 1.

Se tomará un recubrimiento mínimo de 4.0 cm para las estructuras emplazadas en Esmeraldas y 3.0 cm para las emplazadas en Quito.

### 6.3.2 ELEMENTOS DE ÁREA

Para losa se empleará una sección que se modelará como *Membrane* del tipo *Waffle* en concordancia con el numeral 3.3.1.

Los diafragmas se modelarán como tipo *Shell-Thick*.

## 6.4 DEFINICIÓN DE CARGAS

Para carga muerta se definirán dos patrones de carga, uno para el peso propio de los elementos estructurales y el otro para los pesos permanentes añadidos como la mampostería y los acabados.

El patrón para carga viva se definirá de acuerdo al numeral 3.2.

Para las cargas sísmicas estáticas se usarán los factores definidos en el numeral 3.5.

## 6.5 COMBINACIONES DE CARGA

Se utilizarán las mismas consideraciones hechas en el numeral 4.5, excepto que cambiarán los coeficientes para sismo debido a que las fuerzas sísmicas obtenidas de la aplicación del NEC son cargas últimas, por lo cual no requieren ser mayoradas a diferencia de las obtenidas del CEC que son cargas de servicio:

- 1)  $1.4 D + 1.7 L$
- 2)  $0.75 (1.4 D + 1.7 L) \pm Ex$
- 3)  $0.75 (1.4 D + 1.7 L) \pm Ey$
- 4)  $0.9 D \pm Ex$
- 5)  $0.9 D \pm Ey$

## 6.6 CARGA SÍSMICA REACTIVA

Se tomará como carga sísmica  $W$  a la carga muerta total (peso propio + acabados) en un 100%.

## 6.7 PREFERENCIAS DE DISEÑO

Se seleccionará el ACI318S-11 con las modificaciones del apéndice C para el diseño de hormigón armado.

Para el diseño estructural se modelará la estructura íntegra con simulación de empotramiento en las bases de muros y columnas al nivel del último subsuelo. Se considerará la excitación por sismo hasta el nivel N+0.00 en donde se aplicará el cortante basal calculado.

Todas las losas, por considerarse elementos de infinita rigidez en su plano, se asignarán a un diafragma horizontal por piso. Es necesario también agrupar los muros que actuarán en conjunto bajo un mismo *pier*.

Una vez definidos todos los parámetros enunciados se procederá a la corrida del programa.

## 6.8 REVISIONES PREVIAS AL DISEÑO

### 6.8.1 CONTROL DE DERIVAS

Se revisará que cumpla con las derivas máximas antes de proceder con el diseño de las secciones de hormigón armado. El NEC especifica para estructuras de hormigón armado una deriva máxima inelástica  $\Delta_M$  de 0.02. Esta se define como:

$$\Delta_M = 0.75R\Delta_E \quad (6.1)$$

$$\Delta_E = \frac{\Delta_M}{0.75R} \quad (6.2)$$

Donde R es el factor de reducción de respuesta estructural y  $\Delta_E$  las derivas obtenidas como consecuencia de la aplicación de las fuerzas laterales de diseño estáticas.

## 6.8.2 PERIODO DE DISEÑO

De acuerdo a las recomendaciones recibidas en clases de Hormigón Armado III (Placencia Andrade, 2011) se revisará el periodo de diseño de tal modo que se cumpla la ecuación 4.3 definida anteriormente:

$$T_{diseño} = \text{mín}(0.75T_{modelo}; T_{calculado})$$

Con el valor obtenido de la aplicación de esta ecuación se corregirá el cortante basal y recalculará el modelo.

**TABLA 6.1**  
**PERIODOS DE DISEÑO, NEC**

EDIFICIO	QUITO CEC			ESMERALDAS CEC		
	Periodo Calculado	Periodo ETABS	Periodo Utilizado	Periodo Calculado	Periodo ETABS	Periodo Utilizado
4P, 1S	0.553	0.797	0.553	0.553	0.716	0.537
8P, 3S	0.633	1.074	0.633	0.633	0.954	0.633
12P, 4S	0.858	1.295	0.858	0.858	1.142	0.857

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

## 6.8.3 REVISIÓN DE TORSIÓN EN PLANTA

Se debe chequear que no se produzca torsión alrededor del eje vertical, esto podría provocar daño en cabeza y pie de columnas lo que conllevaría al colapso. Para esto se verificará que los primeros 2 modos sean traslacionales mediante la verificación de las proporciones de participación de masas.

TABLA 6.2

## PROPOCIONES DE PARTICIPACIÓN MODAL DE MASAS 4P, 1S NEC UIO

Modo	T (s)	UX	UY	RZ
1	0.797	0.000	0.575	0.000
2	0.785	0.575	0.000	0.000
3	0.697	0.000	0.000	0.476
4	0.267	0.000	0.089	0.000
5	0.263	0.088	0.000	0.000
6	0.234	0.000	0.000	0.072
7	0.136	0.000	0.030	0.000
8	0.135	0.029	0.000	0.000
9	0.121	0.000	0.000	0.023
10	0.092	0.000	0.009	0.000
11	0.091	0.009	0.000	0.000
12	0.082	0.000	0.000	0.007
13	0.034	0.000	0.297	0.000
14	0.031	0.300	0.000	0.000
15	0.02	0.000	0.000	0.423

FUENTE: Programa ETABS.

## 6.9 INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

Para comenzar con el diseño de cimentaciones la mejor manera es considerar como se comportan al actuar conjuntamente los elementos estructurales (sobre todo los de cimentación) y el suelo. Para cuantificar este comportamiento al que se conoce como interacción suelo estructura (ISE) se utiliza la relación propuesta por Bowles para el cálculo del módulo de reacción de la subrasante o módulo de balasto definido en la ecuación 4.4:

$$K_b = 120q_a$$

De donde  $K_b$  tiene las unidades  $t/m^3$  y  $q_a$  está en  $t/m^2$ . Este modelo se exportará a un programa de diseño de cimentaciones como el SAFE donde se correrán los diseños de la cimentación y se verificarán los cálculos manuales de cimentación.

## CAPÍTULO 7

### DISEÑO NEC

El esquema de cálculo es idéntico al descrito en el capítulo 5 numeral 5.1 para el diseño de todos los elementos modelados bajo la norma NEC.

#### 7.1 RESUMEN DE DISEÑO

##### 7.1.1 QUITO

###### 7.1.1.1 4P, 1S. Aporticado.

**TABLA 7.1**

#### **DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES 4P, 3S**

Niveles	Dimensiones b x h, e [cm]			
	Losa	Vigas	Columnas	Muros sub
N+13.00 a N+9.75	25	30x45	50x50	
N+6.50 a N+3.25	25	30x55	50x50	
N+0.00	25	30x55	50x50	20

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

###### 7.1.1.2 8P, 3S. Con núcleo central.

**TABLA 7.2**

#### **DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES 8P, 3S**

Niveles	Dimensiones b x h, e [cm]					
	Losa	Vigas	Columnas	Muros sub	Muros de núcleo	Cabezales para núcleo
N+26.00 a N+13.00	25	35x55	60x60		20	30x30
N+9.75 a N+3.25	25	40x60	70x70		20	30x30
N+0.00	25	40x60	70x70	20	20	30x30
N-3.00 a N-6.00	25	30x40	70x70	20	20	30x30

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

### 7.1.1.3 12P, 4S. Diafragmas.

**TABLA 7.3**

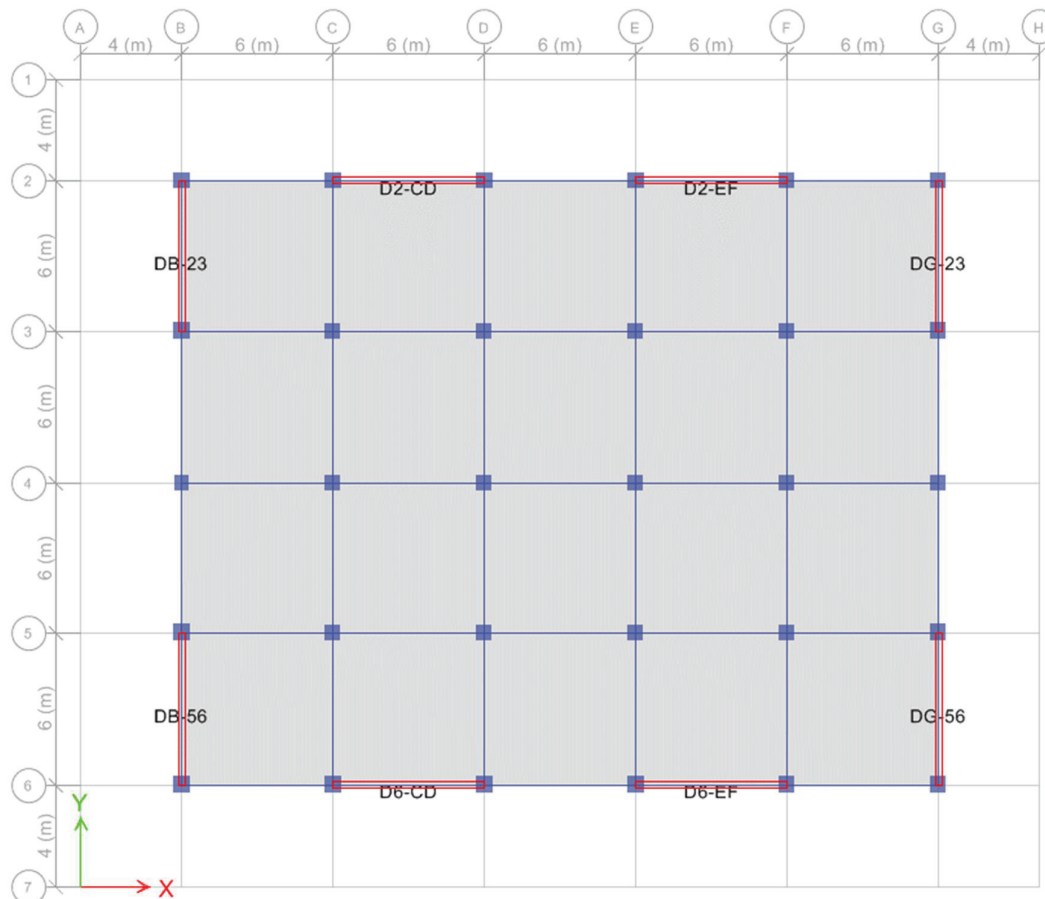
**DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES 12P, 4S**

Niveles	Dimensiones b x h, e [cm]					
	Losa	Vigas	Columnas	Muros sub	Muros de corte	Cabezales para muro
N+39.00 a N+32.50	25	30x40	50x50		20	60x60
N+29.25 a N+16.25	25	30x50	65x65		20	60x60
N+13.00 a N+3.25	25	40x55	75x75		20	60x60
N+0.00	25	40x55	75x75	20	20	60x60
N-3.00 a N-9.00	25	30x40	75x75	20	20	60x60

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

**GRÁFICO 7.1**

**DISTRIBUCIÓN DE DIAFRAGMAS O MUROS DE CORTE**



FUENTE: Programa ETABS.



**TABLA 7.4****CORTANTE ASUMIDO POR DIAFRAGMAS**

Muro	Dirección	V <sub>absorb</sub> [kN]	V <sub>absorb</sub> [%]
D6-CD	X	1740.41	78%
D6-EF		1740.41	
D2-CD		1740.41	
D2-EF		1740.41	
DB-56	Y	1685.55	76%
DB-23		1685.55	
DG-23		1685.55	
DG-56		1685.55	

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

**7.1.2 ESMERALDAS****7.1.2.1 4P, 1S. Aporticado.****TABLA 7.5****DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES 4P, 3S**

Niveles	Dimensiones b x h, e [cm]			
	Losa	Vigas	Columnas	Muros sub
N+13.00 a N+9.75	25	35x50	50x50	
N+6.50 a N+3.25	25	35x60	50x50	
N+0.00	25	35x60	50x50	20

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

**7.1.2.2 8P, 3S. Con núcleo central.****TABLA 7.6****DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES 8P, 3S**

Niveles	Dimensiones b x h, e [cm]					
	Losa	Vigas	Columnas	Muros sub	Muros de núcleo	Cabezales para núcleo
N+26.00 a N+13.00	25	40x60	70x70		20	30x30
N+9.75 a N+3.25	25	40x65	80x80		20	30x30
N+0.00	25	40x65	80x80	20	20	30x30
N-3.00 a N-6.00	25	30x40	80x80	20	20	30x30

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

### 7.1.2.3 12P, 4S. Diafragmas.

**TABLA 7.7**

**DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES 12P, 4S**

Niveles	Dimensiones b x h, e [cm]					
	Losa	Vigas	Columnas	Muros sub	Muros de corte	Cabezales para muro
N+39.00 a N+32.50	25	30x40	60x60		20	60x60
N+29.25 a N+16.25	25	40x55	70x70		20	60x60
N+13.00 a N+3.25	25	45x60	80x80		20	60x60
N+0.00 a N-3.00	25	45x60	80x80	20	20	60x60
N-3.00 a N-9.00	25	30x40	80x80	20	20	60x60

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

**TABLA 7.8**

**CORTANTE ASUMIDO POR DIAFRAGMAS**

Muro	Dirección	V <sub>absorb</sub> [kN]	V <sub>absorb</sub> [%]
D6-CD	X	2311.42	74%
D6-EF		2311.42	
D2-CD		2311.42	
D2-EF		2311.42	
DB-56	Y	2198.22	71%
DB-23		2198.22	
DG-23		2198.22	
DG-56		2198.22	

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

## CAPÍTULO 8

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 8.1 FUERZAS SÍSMICAS ESTÁTICAS

Se cotejan los cortantes basales obtenidos en el numeral 3.4.

**TABLA 8.1**

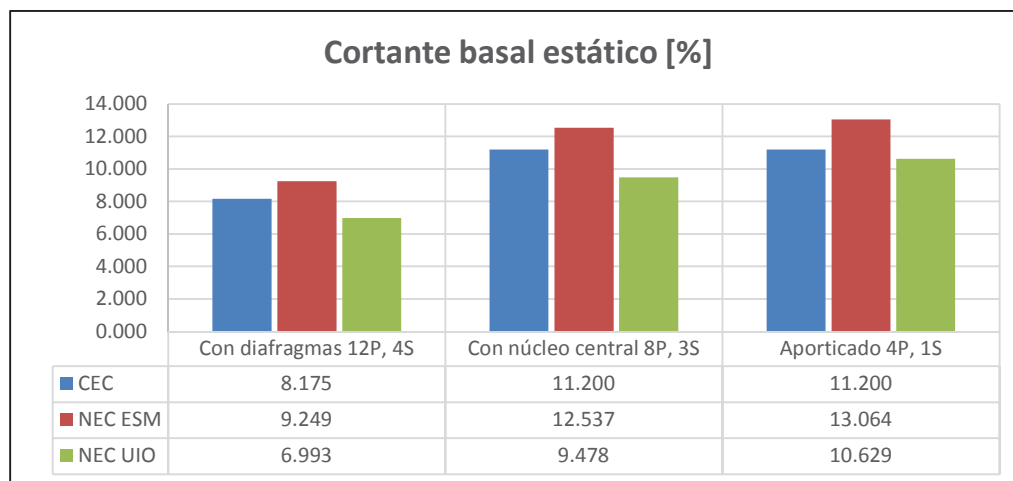
#### COMPARATIVA DE LOS CORTANTES BASALES ESTÁTICOS

Modelo.	CORTANTE BASAL, V [%W]					
	ESMERALDAS			QUITO		
	CEC	NEC eq	$\Delta$ real	CEC	NEC eq	$\Delta$ real
12P, 4S	8.17	9.25	13%	8.17	6.99	-14%
8P, 3S	11.20	12.54	12%	11.20	9.48	-15%
4P, 1S	11.20	13.06	17%	11.20	10.63	-5%

ELABORACIÓN: Iván Bustos.

**GRÁFICO 8.1**

#### CORTANTES BASALES CEC Y NEC EQUIVALENTE



ELABORACIÓN: Iván Bustos.

Como ya se explicó anteriormente, a diferencia del CEC, el NEC trabaja con cargas sísmicas últimas o mayoradas, por lo que se aclara que la comparación para

obtener el parámetro definido como  $\Delta$  real, que es la diferencia entre el cortante basal estático CEC y NEC, se realizó con el cortante NEC equivalente, es decir se llevó el cortante NEC a nivel de servicio dividiéndolo para 1.4.

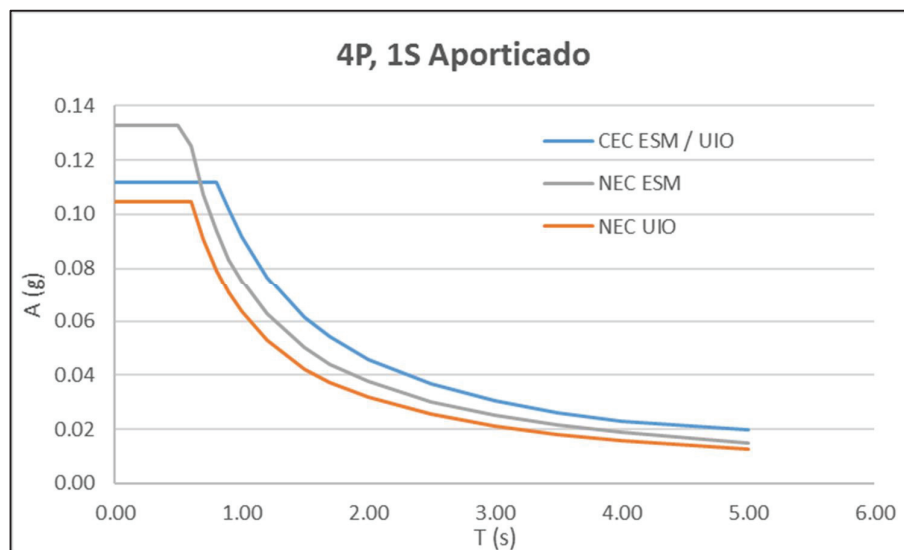
En todos los casos el cortante basal obtenido para los edificios de Quito fue menor el definido por el código CEC, mientras que para los edificios emplazados en Esmeraldas sucedió lo contrario, pues este presenta los mayores valores en todas las series.

## 8.2 ESPECTROS DE DISEÑO

Se realiza una comparativa a nivel de los espectros inelásticos, haciendo hincapié en que se realiza a nivel de servicio, es decir el objeto es determinar fuerzas sin mayorar, por lo cual fue necesario dividir para los resultados del NEC, formato que se ajusta a la presentación del código CEC.

### GRÁFICO 8.2

#### ESPECTROS INELÁSTICOS 4P, 1S

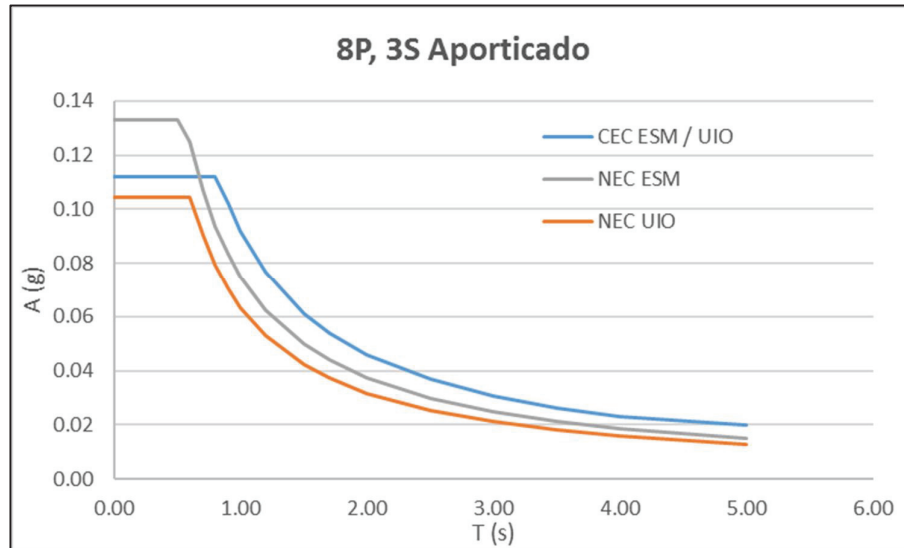


ELABORACIÓN: Iván Bustos.

Se observa la prevalencia del espectro correspondiente al NEC para la ciudad de Esmeraldas, fenómeno que obedece a su categorización más elevada en la nueva

categorización sísmica. A su vez se evidencia una ligera disminución para el espectro para el edificio ubicado en Quito.

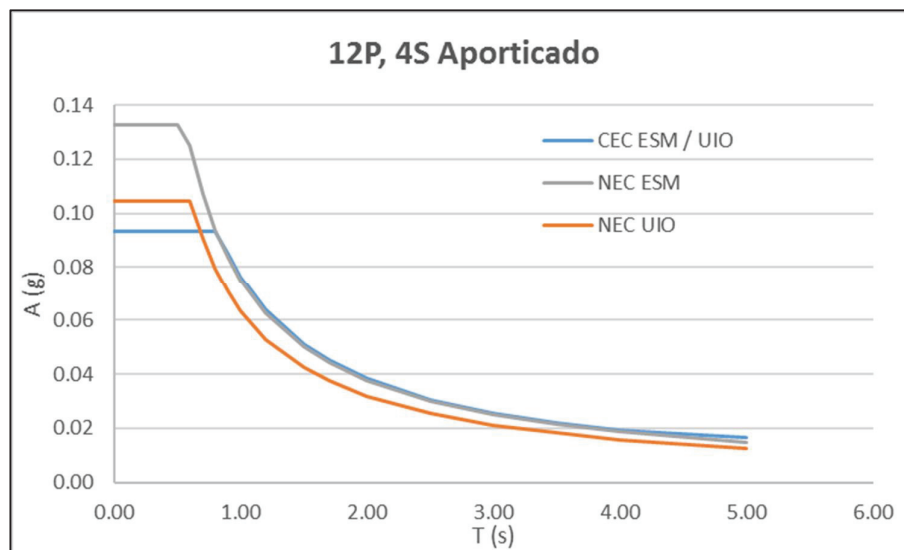
**GRÁFICO 8.3**  
**ESPECTROS INELÁSTICOS 8P, 3S**



ELABORACIÓN: Iván Bustos.

Se mantienen las tendencias descritas en la gráfica anterior.

**GRÁFICO 8.4**  
**ESPECTROS INELÁSTICOS 12P, 4S**



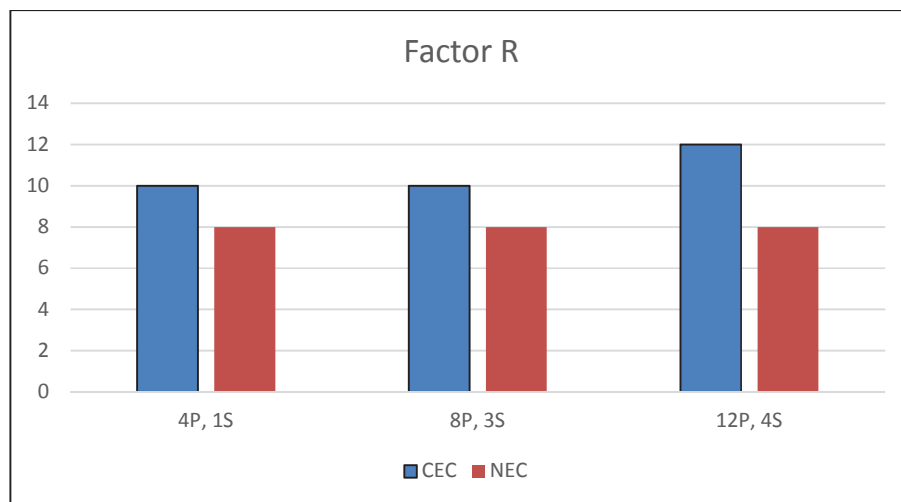
ELABORACIÓN: Iván Bustos.

Para el caso de los edificios con diafragmas se puede ver que los espectros correspondientes al NEC presentan valores de aceleraciones máximas superiores tanto para Esmeraldas como Quito, sin embargo, como regla general, los periodos límites para la meseta son menores para los espectros NEC.

### 8.3 FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESPUESTA SÍSMICA R

Este factor ha evolucionado desde las etapas iniciales de la norma. A la fecha, como se puede ver en la gráfica 8.5 y para nuestros tres sistemas estructurales es el mismo. El factor R que en teoría refleja la capacidad que tiene la estructura de presentar un adecuado comportamiento de ingreso al rango inelástico garantizando los mecanismos de ductilidad, no refleja diferencia alguna entre un sistema aporticado y uno con muros de corte, cosa que es a todas luces inadecuado.

**GRÁFICO 8.5**  
**FACTOR DE REDUCCIÓN R**



ELABORACIÓN: Iván Bustos.

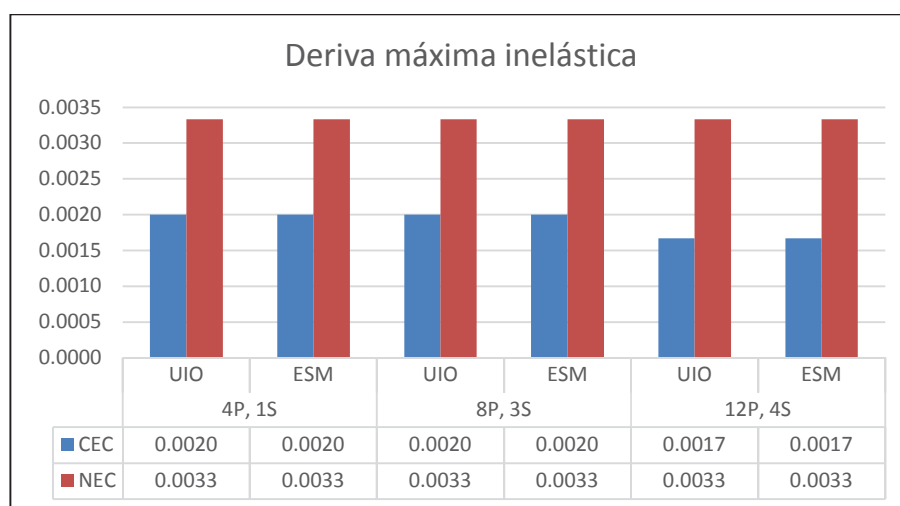
### 8.4 LÍMITES DE DERIVAS

Cabe anotar inicialmente que existe un cambio con respecto a la fórmula de cálculo de la deriva como se puede revisar al comparar las ecuaciones 4.1, 4.2, 6.1 y 6.2.

Ahora se incluye un factor de 0.75 que vuelve mucho más permisiva la deriva máxima inelástica.

Este es en gran medida el motivo por el cual el diseño mediante la aplicación de las fuerzas NEC no genere diseños más robustos, al no significar una restricción más fuerte que la misma resistencia requerida, como sí lo es en el CEC.

### GRÁFICO 8.6 DERIVAS MÁXIMAS INELÁSTICAS



ELABORACIÓN: Iván Bustos.

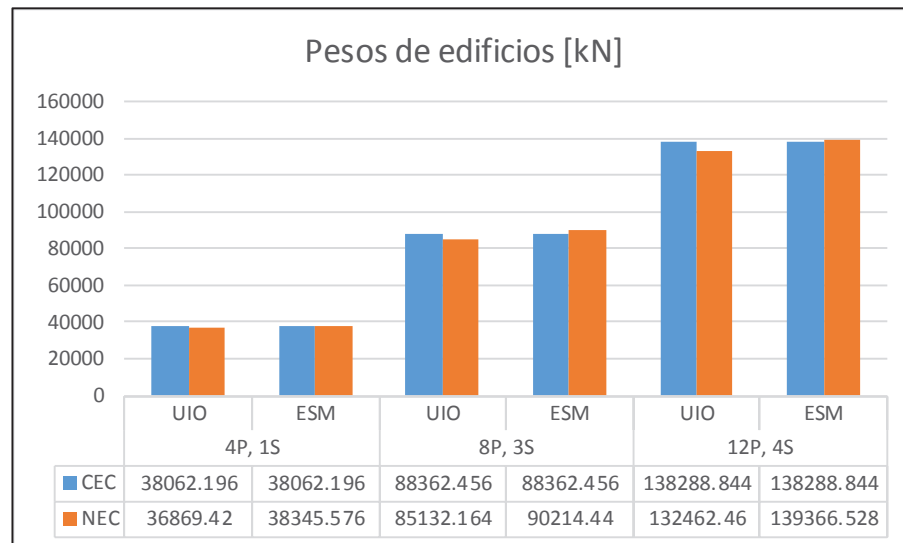
En la figura 8.5 se puede ver la variación de los factores de reducción de resistencia entre el CEC y NEC.

El cambio de los factores de reducción y la variación en la fórmula de cálculo de la deriva máxima se puede palpar en un límite de derivas más permisivo para la norma NEC de lo que regía para el anterior código CEC como se puede ilustrar en el gráfico 8.6.

## 8.5 PESOS DE LOS MODELOS

**GRÁFICO 8.7**

**COMPARATIVA PESOS DE EDIFICIOS**



ELABORACIÓN: Iván Bustos.

Pese a las diferencias ya definidas en los cortantes basales, al final la diferencia entre los diferentes modelos no superó el 4%. Esto se explica en gran parte por el cambio en el cálculo de las derivas máximas permitidas.



## CAPÍTULO 9

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 9.1 CONCLUSIONES

- Como se desprende del análisis del gráfico 8.1, con la norma NEC se produjo un decremento del cortante basal para los edificios emplazados en Quito en un promedio del 11% para las estructuras analizadas. Por lo cual se puede concluir que la aplicación del código sísmico CEC resulta más conservador para el análisis de los edificios ubicados en esta ciudad.
- Para las estructuras ubicadas en Esmeraldas en cambio, se produjo un aumento del cortante basal en el orden de 14%. Esto tiene una clara lógica al tener una categorización de peligro sísmico mayor en la NEC.
- Los valores de derivas de piso máxima con la NEC son más permisivos, lo que conlleva diseño de secciones más esbeltas que las que en términos generales se obtienen mediante el diseño con la norma CEC. Esto se hace especialmente palpable en las estructuras ubicadas en Quito.
- En términos generales los límites de derivas del CEC obligaban a aumentar las secciones aun cuando habían pasado el chequeo de capacidad, cosa que no sucede en el NEC, donde más bien los límites de deriva más permisivos hacen que el diseño por capacidad sea el que fije las secciones.

- Aunque existen diferencias numéricas al comparar los modelos calculados con uno y otro código, basándonos principalmente en el peso final de la estructura (la mayor diferencia fue de un 4%), no se puede hablar de contrastes marcados entre la aplicación del CEC y NEC. En la práctica resultaron diseños similares.
- Los factores de reducción R, no reflejan la lógica de diseño, ya que por ejemplo asigna un mismo valor para estructuras aporticadas y para estructuras con muros estructurales. Lo cual podría llevar a la conclusión errónea de que la respuesta estructural de ambos sistemas constructivos es similar, siendo que la ductilidad de cada uno de los sistemas es distinta.

## 9.2 RECOMENDACIONES

- Se debería revisar los valores para los factores de reducción R de modo que reflejen la ductilidad de cada tipo de sistema constructivo.
- Aun cuando el NEC es de obligatoria aplicación para los profesionales del diseño, es también responsabilidad del calculista asegurarse de que la estructura responda de la mejor manera ante un evento de exigencia como es un sismo. Se debería optar por el código que arroje los resultados más conservadores, por lo menos hasta tener un registro de comportamiento real de las estructuras diseñados con la nueva norma.
- El estudio resulta muy ilustrativo a fin de evidenciar los cambios prácticos y conceptuales de las normas. Los parámetros a compararse son muy numerosos, por lo cual se recomienda realizar este mismo tipo de análisis para futuras modificaciones ampliando la variedad de escenarios geográficos y estructurales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Concrete Intitute. (2011). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-11)*. Michigan: ACI Comité 318.
- Arnal, H., & Epelboim, S. (1984). *Manual para el Proyecto de Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones*. Caracas: Ministerio del Desarrollo Urbano.
- CAMICON. (12 de diciembre de 2013). *CAMICON Cámara de la Industria de la Construcción*. Recuperado el 2014, de <http://www.camicon.ec/index.php/component/k2/item/126-aplicacion-de-la-norma-ecuatoriana-de-la-construccion-nec-permitira-mejorar-calidad-de-las-construcciones-y-proteger-la-vida-de-las-personas>
- Collot, J. Y., Sallares, V., & Pazmiño, N. (Edits.). (2009). *Geología y Geofísica Marina y Terrestre del Ecuador*. Guayaquil. Obtenido de [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers12-04/010051349.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers12-04/010051349.pdf)
- Comité Conjunto ACI-ASCE 352. (2010). *Recomendaciones para el Diseño de Conexiones Viga-Columna en Estructuras Monolíticas de Concreto Reforzado*. Michigan: American Concrete Institute (ACI).
- Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2013). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Quito.
- Diario La Hora. (17 de julio de 2013). *Revista judicial derechoecuador.com*. Recuperado el 2014, de <http://www.derechoecuador.com/productos/producto/catalogo/registros->

oficiales/2013/junio/code/20957/registro-oficial-no-22---martes-25-de-junio-de-2013

- Díaz, S. (2013). *Apuntes de clase: Aplicaciones Computacionales en Estructuras*. Quito.
- Giraldo Bolívar, O. (2003). *Estructuras de Hormigón 2*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <http://unalmed.edu.co/~ogiraldo/archivos/hormigon2/losas2d1a.pdf>
- Guerra A., M., & Chacón S., D. (2010). *Manual para el diseño sismorresistente de edificios utilizando el programa ETABS*. Quito.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2001). *Código Ecuatoriano de la Construcción. Requisitos generales de diseño*. Quito.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2001). *Código Ecuatoriano de la Construcción. Requisitos generales de diseño: peligro sísmico, espectros de diseño y requisitos mínimos de cálculos para diseño sismorresistente*. Quito.
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. (2015). *Servicio nacional de Sismología y Vulcanología*. Recuperado el 2014, de Instituto Geofísico de la EPN Web Site: <http://www.igepn.edu.ec>
- Placencia Andrade, P. H. (2011). *Apuntes de clase: Hormigón III*. Quito.
- Resistentes, C. A. (2011). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. Bogotá D. C.: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
- Romo Proaño, M. (2008). *Temas de Hormigón Armado*. Escuela Politécnica del Ejército.

- Salinas Guayacundo, D. R., & Reyes Ortiz, J. C. (12 de junio de 2006). *Universidad de los Andes, Colombia*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1992/892>
- Secretaría General de la Comunidad Andina. (2009). *Atlas de las dinámicas del territorio andino: población y bienes expuestos a amenazas naturales* (Primera ed.). Cali.
- Suárez, V., Vera, X., Yépez, F., Díaz, S., Manciatí, G., Garcés, J. C., & Vielma, J. C. (2014). *Acuerdos del Subcomité Técnico Capítulo Peligro Sísmico y Requisitos de Diseño Sismo-resistente*. Quito.
- U.S. Geological Survey. (2015). *Earthquake Hazards Program*. Retrieved 2014, from U.S. Geological Survey Web Site: <http://earthquake.usgs.gov/learn/glossary/?term=Ring%20of%20Fire>

## **ANEXOS**

**ANEXO No 1.**

**TABLAS PARA DISEÑO POR MÉTODO DE LOS  
COEFICIENTES**

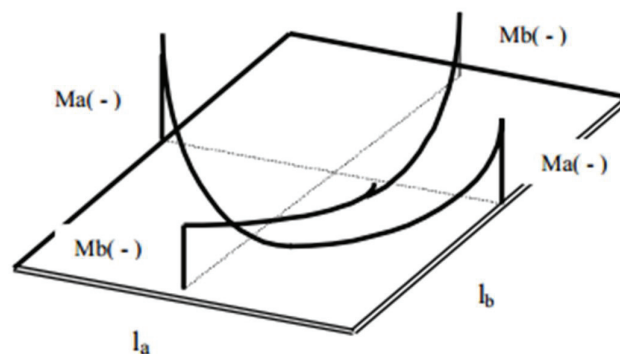
$$M_{a,neg} = C_{a,neg} w l_a^2$$

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} w l_b^2$$

donde  $w$  = carga muerta más viva uniforme total

Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
$m = \frac{l_a}{l_b}$									
1.00	$C_{a,neg}$ 0.040 $C_{b,neg}$ 0.030	0.045 0.045	0.076 0.050	0.050 0.050	0.075 0.050	0.071 0.050	0.071 0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95	$C_{a,neg}$ 0.040 $C_{b,neg}$ 0.030	0.050 0.041	0.072 0.045	0.055 0.045	0.079 0.050	0.075 0.050	0.067 0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90	$C_{a,neg}$ 0.040 $C_{b,neg}$ 0.030	0.055 0.037	0.070 0.040	0.060 0.040	0.080 0.050	0.079 0.050	0.062 0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85	$C_{a,neg}$ 0.040 $C_{b,neg}$ 0.030	0.060 0.031	0.065 0.034	0.066 0.034	0.082 0.050	0.083 0.050	0.057 0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80	$C_{a,neg}$ 0.040 $C_{b,neg}$ 0.030	0.065 0.027	0.061 0.029	0.071 0.029	0.083 0.050	0.086 0.050	0.051 0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75	$C_{a,neg}$ 0.040 $C_{b,neg}$ 0.030	0.069 0.022	0.056 0.024	0.076 0.024	0.085 0.050	0.088 0.050	0.044 0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70	$C_{a,neg}$ 0.040 $C_{b,neg}$ 0.030	0.074 0.017	0.050 0.019	0.081 0.019	0.086 0.050	0.091 0.050	0.038 0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65	$C_{a,neg}$ 0.040 $C_{b,neg}$ 0.030	0.077 0.014	0.043 0.015	0.085 0.015	0.087 0.050	0.093 0.050	0.031 0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60	$C_{a,neg}$ 0.040 $C_{b,neg}$ 0.030	0.081 0.010	0.035 0.011	0.089 0.011	0.088 0.050	0.095 0.050	0.024 0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55	$C_{a,neg}$ 0.040 $C_{b,neg}$ 0.030	0.084 0.007	0.028 0.008	0.092 0.008	0.089 0.050	0.096 0.050	0.019 0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50	$C_{a,neg}$ 0.040 $C_{b,neg}$ 0.030	0.086 0.006	0.022 0.006	0.094 0.006	0.090 0.050	0.097 0.050	0.014 0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

Un borde sombreado indica que existe continuidad o la losa esta empotrada en el apoyo. Un borde sin sombra indica que el apoyo no ofrece ninguna restricción al giro torsional de la losa.



FUENTE: Giraldo Bolívar, O. 2003, pág. 177

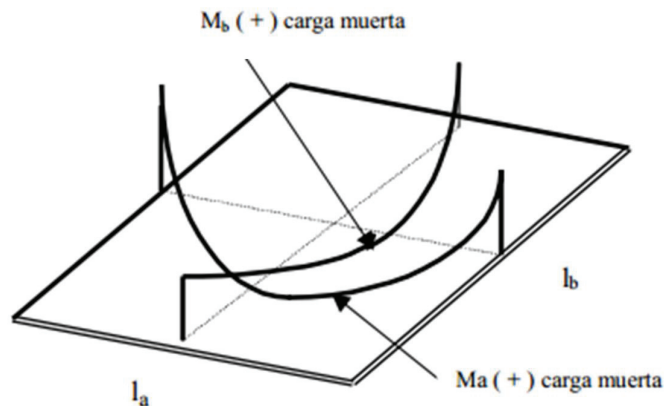


$$M_{a, pos, dl} = C_{a, dl} w l_a^2 \quad \text{donde } w = \text{carga muerta uniforme total}$$

$$M_{b, pos, dl} = C_{b, dl} w l_b^2$$

Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
$m = \frac{l_a}{l_b}$									
1.00	$C_{a, dl}$ 0.036 $C_{b, dl}$ 0.036	0.018 0.018	0.018 0.027	0.027 0.027	0.027 0.018	0.033 0.027	0.027 0.033	0.020 0.023	0.023 0.020
0.95	$C_{a, dl}$ 0.040 $C_{b, dl}$ 0.033	0.020 0.016	0.021 0.025	0.030 0.024	0.028 0.015	0.036 0.024	0.031 0.031	0.022 0.021	0.024 0.017
0.90	$C_{a, dl}$ 0.045 $C_{b, dl}$ 0.029	0.022 0.014	0.025 0.024	0.033 0.022	0.029 0.013	0.039 0.021	0.035 0.028	0.025 0.019	0.026 0.015
0.85	$C_{a, dl}$ 0.050 $C_{b, dl}$ 0.026	0.024 0.012	0.029 0.022	0.036 0.019	0.031 0.011	0.042 0.017	0.040 0.025	0.029 0.017	0.028 0.013
0.80	$C_{a, dl}$ 0.056 $C_{b, dl}$ 0.023	0.026 0.011	0.034 0.020	0.039 0.016	0.032 0.009	0.045 0.015	0.045 0.022	0.032 0.015	0.029 0.010
0.75	$C_{a, dl}$ 0.061 $C_{b, dl}$ 0.019	0.028 0.009	0.040 0.018	0.043 0.013	0.033 0.007	0.048 0.012	0.051 0.020	0.036 0.013	0.031 0.007
0.70	$C_{a, dl}$ 0.068 $C_{b, dl}$ 0.016	0.030 0.007	0.046 0.016	0.046 0.011	0.035 0.005	0.051 0.009	0.058 0.017	0.040 0.011	0.033 0.006
0.65	$C_{a, dl}$ 0.074 $C_{b, dl}$ 0.013	0.032 0.006	0.054 0.014	0.050 0.009	0.036 0.004	0.054 0.007	0.065 0.014	0.044 0.009	0.034 0.005
0.60	$C_{a, dl}$ 0.081 $C_{b, dl}$ 0.010	0.034 0.004	0.062 0.011	0.053 0.007	0.037 0.003	0.056 0.006	0.073 0.012	0.048 0.007	0.036 0.004
0.55	$C_{a, dl}$ 0.088 $C_{b, dl}$ 0.008	0.035 0.003	0.071 0.009	0.056 0.005	0.038 0.002	0.058 0.004	0.081 0.009	0.052 0.005	0.037 0.003
0.50	$C_{a, dl}$ 0.095 $C_{b, dl}$ 0.006	0.037 0.002	0.080 0.007	0.059 0.004	0.039 0.001	0.061 0.003	0.089 0.007	0.056 0.004	0.038 0.002










Un borde sombreado indica que existe continuidad o la losa esta empotrada en el apoyo. Un borde sin sombra indica que el apoyo no ofrece ninguna restricción al giro torsional de la losa.



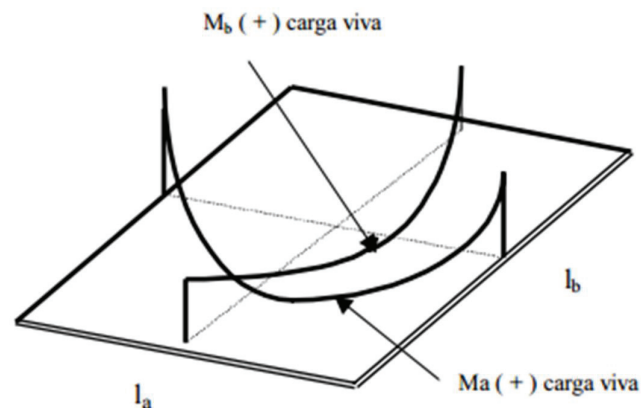
FUENTE: Giraldo Bolívar, O. 2003, pág. 178

$$M_{a, pos, ll} = C_{a, ll} w l_a^2 \quad \text{donde } w = \text{carga viva uniforme total}$$

$$M_{b, pos, ll} = C_{b, ll} w l_b^2$$

Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
$m = \frac{l_a}{l_b}$									
1.00	$C_{a, ll}$ 0.036 $C_{b, ll}$ 0.036	0.027 0.027	0.027 0.032	0.032 0.032	0.032 0.027	0.035 0.032	0.032 0.035	0.028 0.030	0.030 0.028
0.95	$C_{a, ll}$ 0.040 $C_{b, ll}$ 0.033	0.030 0.025	0.031 0.029	0.035 0.029	0.034 0.024	0.038 0.029	0.036 0.032	0.031 0.027	0.032 0.025
0.90	$C_{a, ll}$ 0.045 $C_{b, ll}$ 0.029	0.034 0.022	0.035 0.027	0.039 0.026	0.037 0.021	0.042 0.025	0.040 0.029	0.035 0.024	0.036 0.022
0.85	$C_{a, ll}$ 0.050 $C_{b, ll}$ 0.026	0.037 0.019	0.040 0.024	0.043 0.023	0.041 0.019	0.046 0.022	0.045 0.026	0.040 0.022	0.039 0.020
0.80	$C_{a, ll}$ 0.056 $C_{b, ll}$ 0.023	0.041 0.017	0.045 0.022	0.048 0.020	0.044 0.016	0.051 0.019	0.051 0.023	0.044 0.019	0.042 0.017
0.75	$C_{a, ll}$ 0.061 $C_{b, ll}$ 0.019	0.045 0.014	0.051 0.019	0.052 0.016	0.047 0.013	0.055 0.016	0.056 0.020	0.049 0.016	0.046 0.013
0.70	$C_{a, ll}$ 0.068 $C_{b, ll}$ 0.016	0.049 0.012	0.057 0.016	0.057 0.014	0.051 0.011	0.060 0.013	0.063 0.017	0.054 0.014	0.050 0.011
0.65	$C_{a, ll}$ 0.074 $C_{b, ll}$ 0.013	0.053 0.010	0.064 0.014	0.062 0.011	0.055 0.009	0.064 0.010	0.070 0.014	0.059 0.011	0.054 0.009
0.60	$C_{a, ll}$ 0.081 $C_{b, ll}$ 0.010	0.058 0.007	0.071 0.011	0.067 0.009	0.059 0.007	0.068 0.008	0.077 0.011	0.065 0.009	0.059 0.007
0.55	$C_{a, ll}$ 0.088 $C_{b, ll}$ 0.008	0.062 0.006	0.080 0.009	0.072 0.007	0.063 0.005	0.073 0.006	0.085 0.009	0.070 0.007	0.063 0.006
0.50	$C_{a, ll}$ 0.095 $C_{b, ll}$ 0.006	0.066 0.004	0.088 0.007	0.077 0.005	0.067 0.004	0.078 0.005	0.092 0.007	0.076 0.005	0.067 0.004

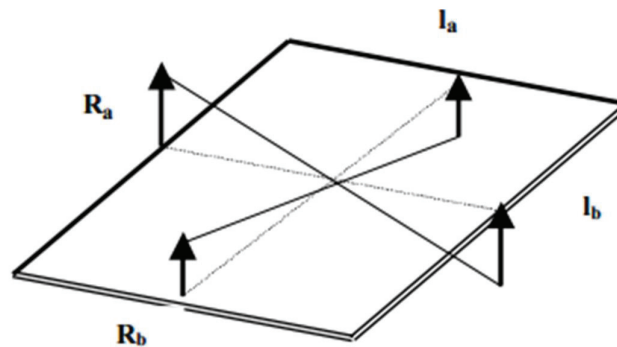
Un borde sombreado indica que existe continuidad o la losa esta empotrada en el apoyo. Un borde sin sombra indica que el apoyo no ofrece ninguna restricción al giro torsional de la losa.



FUENTE: Giraldo Bolívar, O. 2003, pág. 179

Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	
$m = \frac{l_a}{l_b}$										
1.00	$W_a$ $W_b$	0.50 0.50	0.50 0.50	0.17 0.83	0.50 0.50	0.83 0.17	0.71 0.29	0.29 0.71	0.33 0.67	0.67 0.33
0.95	$W_a$ $W_b$	0.55 0.45	0.55 0.45	0.20 0.80	0.55 0.45	0.86 0.14	0.75 0.25	0.33 0.67	0.38 0.62	0.71 0.29
0.90	$W_a$ $W_b$	0.60 0.40	0.60 0.40	0.23 0.77	0.60 0.40	0.88 0.12	0.79 0.21	0.38 0.62	0.43 0.57	0.75 0.25
0.85	$W_a$ $W_b$	0.66 0.34	0.66 0.34	0.28 0.72	0.66 0.34	0.90 0.10	0.83 0.17	0.43 0.57	0.49 0.51	0.79 0.21
0.80	$W_a$ $W_b$	0.71 0.29	0.71 0.29	0.33 0.67	0.71 0.29	0.92 0.08	0.86 0.14	0.49 0.51	0.55 0.45	0.83 0.17
0.75	$W_a$ $W_b$	0.76 0.24	0.76 0.24	0.39 0.61	0.76 0.24	0.94 0.06	0.88 0.12	0.56 0.44	0.61 0.39	0.86 0.14
0.70	$W_a$ $W_b$	0.81 0.19	0.81 0.19	0.45 0.55	0.81 0.19	0.95 0.05	0.91 0.09	0.62 0.38	0.68 0.32	0.89 0.11
0.65	$W_a$ $W_b$	0.85 0.15	0.85 0.15	0.53 0.47	0.85 0.15	0.96 0.04	0.93 0.07	0.69 0.31	0.74 0.26	0.92 0.08
0.60	$W_a$ $W_b$	0.89 0.11	0.89 0.11	0.61 0.39	0.89 0.11	0.97 0.03	0.95 0.05	0.76 0.24	0.80 0.20	0.94 0.06
0.55	$W_a$ $W_b$	0.92 0.08	0.92 0.08	0.69 0.31	0.92 0.08	0.98 0.02	0.96 0.04	0.81 0.19	0.85 0.15	0.95 0.05
0.50	$W_a$ $W_b$	0.94 0.06	0.94 0.06	0.76 0.24	0.94 0.06	0.99 0.01	0.97 0.03	0.86 0.14	0.89 0.11	0.97 0.03

Un borde sombreado indica que existe continuidad o la losa esta empotrada en el apoyo. Un borde sin sombra indica que el apoyo no ofrece ninguna restricción al giro torsional de la losa.



FUENTE: Giraldo Bolivar, O. 2003, pág. 180

**ANEXO No 2.**

**CÁLCULOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIO 4P, 1S  
UBICADO EN ESMERALDAS, USANDO FUERZAS  
SÍSMICAS CEC**

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CÓDIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+13.00
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CÓDIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b> Panel central

CODIFICACIÓN DE COLORES	
<span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Dato del programa: se pueden modificar
<span style="background-color: #FFD700; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Resultado calculado: se recomienda no modificar
<span style="background-color: #FFA500; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Dato de código: consultar norma para modificar

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Flexión sin carga axial	0.90
Corte	0.85

CARGAS DE SERVICIO UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS	
Código de diseño sísmico	CEC

CARGAS DE SERVICIO UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS	
Permanentes o muerta <b>D</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	6.43
No permanentes o viva <b>L</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	2.00

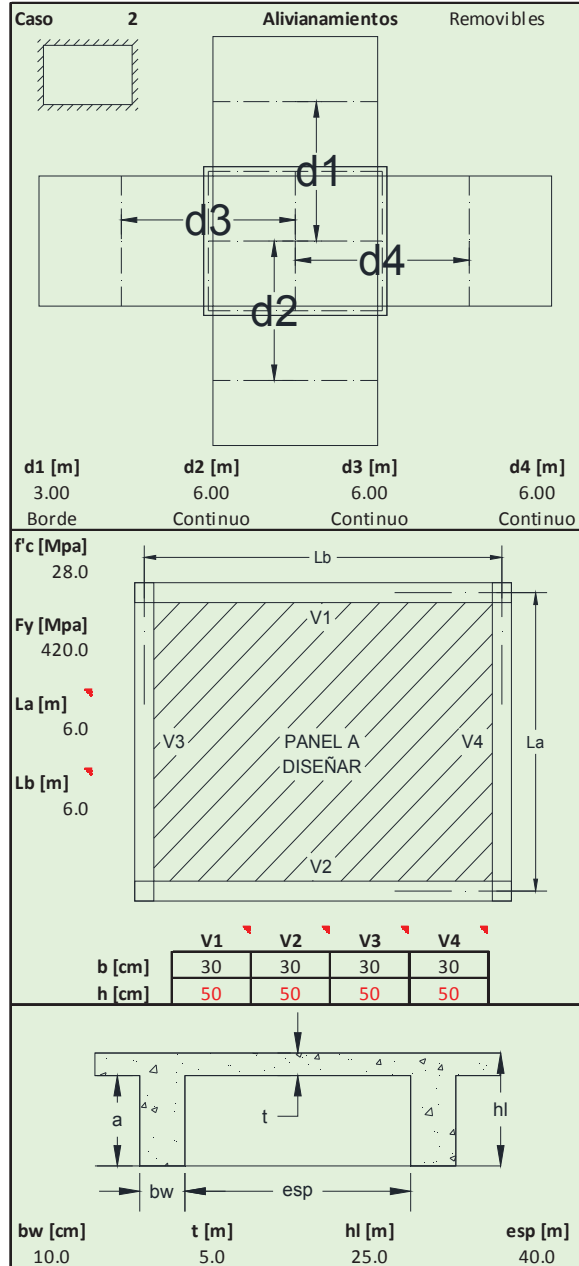
CARGAS FACTORIZADAS DISTRIBUIDAS	
Permanentes o muerta <b>D</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	9.00
No permanentes o viva <b>L</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	3.40
Carga factorizada total <b>D+L</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	12.40

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Sección de nervio típico "T" [cm <sup>2</sup> ]	450.00
Altura del centro de gravedad <b>Ycg</b> [cm]	16.94
Momento de inercia x-x <b>I<sub>x-x</sub></b> [cm <sup>4</sup> ]	24548.61
Peralte equivalente de la losa <b>h<sub>eq</sub></b> [cm]	18.06
Relación entre luz larga a corta <b><math>\beta</math></b>	1.00
<b><math>\alpha_m</math></b>	1.40
Recubrimiento [cm]	3.00

MÍNIMOS GEOMÉTRICOS DE LOSA	
Peralte mínimo requerido <b>h<sub>min</sub></b> [cm]	14.94
Ancho mínimo de nervadura <b>b<sub>w</sub></b> [cm]	10.00
Altura máxima de nervaduras <b>a</b> [cm]	35.00
Espac. máx. entre nervaduras <b>esp</b> [cm]	75.00
Espesor mín.loseta compresión <b>t</b> [cm]	5.00

COEFICIENTES EN SENTIDO CORTO	
Momento neg. carga total D+L [kN.m]	0.045
Momento pos. carga muerta D [kN.m]	0.018
Momento pos. por carga viva L [kN.m]	0.027
Corte por carga total D+L [kN]	0.500

COEFICIENTES EN SENTIDO LARGO	
Momento negativo carga total D+L	0.045
Momento positivo carga muerta D	0.018
Momento positivo por carga viva L	0.027
Corte por carga total D+L	0.500



DISEÑO A FLEXIÓN EN SENTIDO CORTO POR NERVI							
Descripción de refuerzo	Posición	Mu [kN.m]	d [cm]	As [cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [mm]	#	Resumen de armado
Franja central	Sup. cont.	-9.07	21.00	1.20	14	1	1 $\phi$ 14 As= 1.54 cm <sup>2</sup>
	Inferior	+4.12	21.00	0.70	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>
	Sup. disc.	-1.37	21.00	0.70	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>

DISEÑO A FLEXIÓN EN SENTIDO LARGO POR NERVI							
Descripción de refuerzo	Posición	Mu [kN.m]	d [cm]	As [cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [mm]	#	Resumen de armado
Franja central	Sup. cont.	-9.07	21.00	1.20	14	1	1 $\phi$ 14 As= 1.54 cm <sup>2</sup>
	Inferior	+4.12	19.50	0.65	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>
	Sup. disc.	-1.37	19.50	0.65	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>

DISEÑO A CORTE POR NERVI						
Descripción de refuerzo	Vu <sub>crit</sub> [kN]	$\phi Vc$ [kN]	1ra evaluación	bw [cm]	$\phi Vc$ [kN]	2da evaluación
Cortante crítico	8.19	17.66	Sección OK	10.00	16.06	OK



<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

## DISEÑO POR CORTE

Acerca de...

<b>Datos geométricos</b>	<b>Factor de reducción de resistencia</b>	<b>Armado preferente a corte</b>
$s_{máx} = 10.80$ cm	$\phi_c = 0.85$	$s_o$ (cm) 10.00
	<b>Factor de resistencia del refuerzo</b>	$\phi$ (mm) 10
	$\alpha = 1.25$	

## Momentos probables [kN.m]

Mpr	487.36	412.66	412.66	412.66	412.66	412.66	412.66	412.66	487.36
	274.86	208.71	208.71	208.71	208.71	208.71	208.71	208.71	274.86
Vpr	126.56	112.98	112.98	112.98	112.98	112.98	112.98	112.98	126.56

## Solicitaciones a corte [kN]

D	-70.8	71.8	-71.2	71.4	-71.4	71.2	-71.8	70.8				
L	-17.8	17.9	-17.8	17.9	-17.9	17.8	-17.9	17.8				
E	58.9	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3	58.9					
V <sub>DHL</sub>	89.77	89.34	89.34	89.34	89.03	89.03	88.60					
V <sub>UDHL</sub>	216.33	177.41	216.33	202.32	163.40	202.32	202.32	163.09	202.32	216.33	176.24	216.33
V <sub>COMB1</sub>	131.06	130.45	129.99	129.99	130.45	131.06	129.39					
V <sub>UCOMB1</sub>	257.62	200.79	257.62	243.43	186.60	243.43	243.43	186.15	243.43	257.62	199.12	257.62

## Cortante resistente [kN]

Vc	0.00	144.51	0.00	0.00	144.51	0.00	0.00	144.51	0.00	0.00	144.51	0.00
Vs	254.51	91.71	254.51	238.02	75.02	238.02	238.02	74.48	238.02	254.51	89.75	254.51
Vs < 4Vc	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

## Armado requerido por diseño a corte

A <sub>vmin</sub>	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
l <sub>o</sub> [m]	1.20	3.10	1.20	1.20	3.10	1.20	1.20	3.10	1.20	1.20	3.10	1.20
s [cm]	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00
A <sub>vneq</sub> [cm <sup>2</sup> ]	1.12	0.81	1.12	1.05	0.66	1.05	1.05	0.66	1.05	1.12	0.79	1.12
# ramas	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

## Armado transversal final (incluye refuerzo por confinamiento)

2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en l=1.2 m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en l=1.2 m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en l=1.2 m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en l=1.2 m en extremos
2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en l=3.1 m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en l=3.1 m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en l=3.1 m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en l=3.1 m al centro







<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+9.75
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

## DISEÑO POR CORTE

Acerca de...

<b>Datos geométricos</b>	<b>Factor de reducción de resistencia</b>	<b>Armado preferente a corte</b>
$s_{máx} = 10.80$ cm	$\phi_c = 0.85$	$s_o$ (cm) 10.00
	<b>Factor de resistencia del refuerzo</b>	$\phi$ (mm) 10
	$\alpha = 1.25$	

## Momentos probables [kN.m]

Mpr	324.75	265.90	265.90	265.90	265.90	265.90	265.90	324.75
	113.57	113.57	113.57	113.57	113.57	113.57	113.57	113.57
Vpr		79.69		68.99		68.99		79.69

## Solicitaciones a corte [kN]

D	-69.1		65.6	-67.1		67.6	-67.6		67.1	-65.6		69.1
L	-18.4		17.4	-17.8		17.9	-17.9		17.8	-17.4		18.4
E		30.8			29.8			29.8			30.8	
V <sub>DHL</sub>			82.92			85.50			84.95			87.53
V <sub>U<sub>DHL</sub></sub>	167.23	131.62	167.23	154.49	123.50	154.49	154.49	122.95	154.49	167.23	136.24	167.23
V <sub>COMB1</sub>			121.29			125.08			124.28			128.06
V <sub>U<sub>COMB1</sub></sub>	207.76	155.65	207.76	194.07	148.73	194.07	194.07	147.93	194.07	207.76	162.42	207.76

## Cortante resistente [kN]

V <sub>c</sub>	100.93	100.93	100.93	100.93	100.93	100.93	100.93	100.93	100.93	100.93	100.93	100.93
V <sub>s</sub>	125.68	82.19	125.68	109.58	74.05	109.58	109.58	73.11	109.58	125.68	90.15	125.68
V <sub>s</sub> < 4V <sub>c</sub>	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

## Armado requerido por diseño a corte

A <sub>v<sub>min</sub></sub>		0.23		0.23		0.23		0.23		0.23		0.23
l <sub>o</sub> [m]	1.00	3.50	1.00	1.00	3.50	1.00	1.00	3.50	1.00	1.00	3.50	1.00
s [cm]	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00
A <sub>v<sub>nec</sub></sub> [cm <sup>2</sup> ]	0.68	0.89	0.68	0.59	0.80	0.59	0.59	0.79	0.59	0.68	0.98	0.68
# ramas	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

## Armado transversal final (incluye refuerzo por confinamiento)

2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en l=1 m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en l=1 m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en l=1 m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en l=1 m en extremos
2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en l=3.5 m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en l=3.5 m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en l=3.5 m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en l=3.5 m al centro

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> $\sigma_{\max}$ y $\sigma_{\min}$

CODIFICACIÓN DE COLORES	
<span style="color: green;">■</span>	Dato del programa: se pueden modificar
<span style="color: yellow;">■</span>	Resultado calculado: se recomienda no modificar
<span style="color: orange;">■</span>	Dato de código: consultar norma para modificar

DATOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	
Longitud en sentido x [m]	0.50
Longitud en sentido y [m]	0.50
Área bruta [cm <sup>2</sup> ]	2500.0

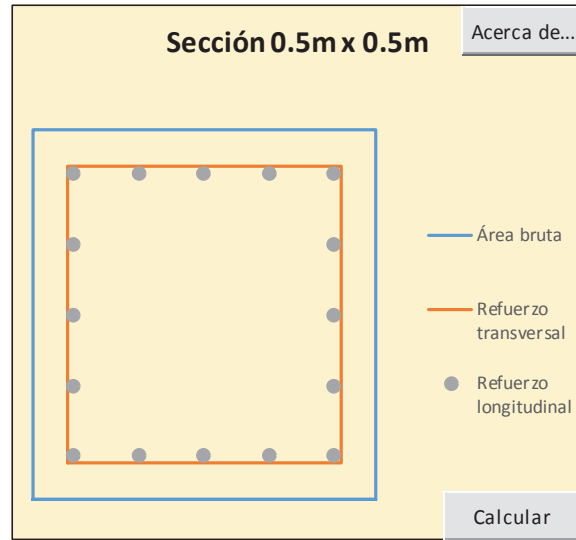
DETALLE DEL REFUERZO LONGITUDINAL	
Recubrimiento [m]	0.05
Diámetro del refuerzo [mm]	20
# varillas en dirección x	5
# varillas en dirección y	5
Área total de refuerzo [cm <sup>2</sup> ]	50.27
Porcentaje de refuerzo longitudinal [%]	2.01
Espaciamiento en dirección x [cm]	7.5
Espaciamiento en dirección y [cm]	7.5

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
f'c [Mpa]	28
$\beta$	0.85
Fy [Mpa]	420

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Secciones controladas por tracción	0.90
Secciones controladas por compresión	0.70

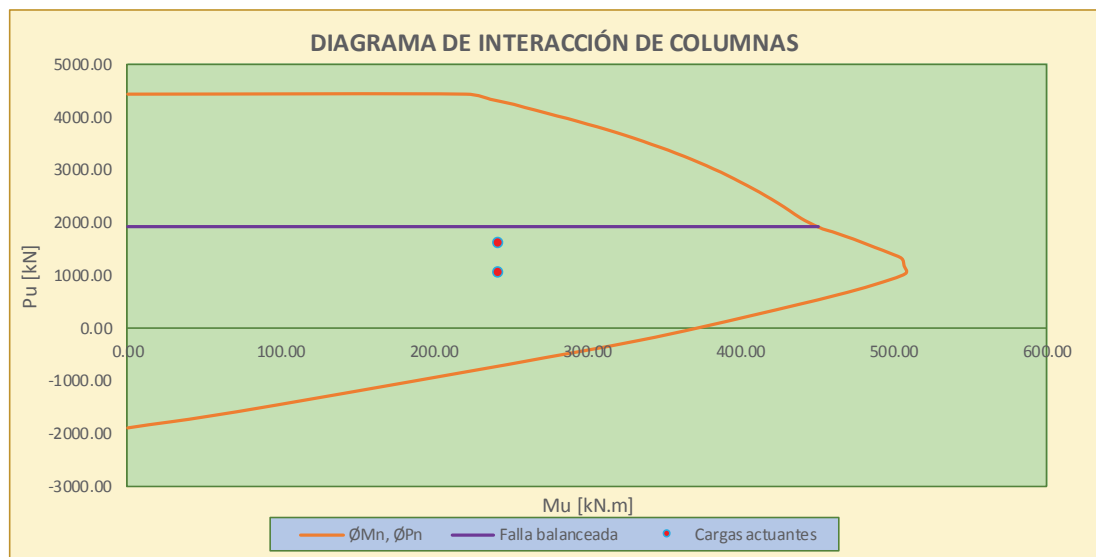
LIMITACIONES DE DISEÑO	
$\epsilon_c$ máxima a compresión (hormigón)	0.003
$\epsilon_s$ límite a compresión (acero)	0.002
$\epsilon_s$ límite a tracción (acero)	0.005
Factor por excentricidad accidental	0.80

LÍMITES DEL FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Fuerzas	
Deformación unitaria del acero	



CUADRO AUXILIAR DE CÁLCULO MOMENTO RESULTANTE		
Mu x-x [kN]	Mu y-y [kN]	Mu [kN]
0.00	0.00	0.00
$\alpha$ [°]		0.00

SOLICITACIONES (RESIT. REQUERIDA)		2
Cargas	Pu [kN]	Mu [kN]
Carga 1	1623.56	241.60
Carga 2	1076.20	241.60



<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> smáx y smín

ZONA DE FALLA FRÁGIL					
c [cm]	Pi [kN]	Mi [kN.m]	$\phi$	$\phi Pi$ [kN]	$\phi Mi$ [kN.m]
27.51	2979.93	627.78	0.70	2085.95	439.44
28.61	3189.89	617.03	0.70	2232.92	431.92
29.72	3392.54	606.13	0.70	2374.78	424.29
30.83	3588.69	594.97	0.70	2512.08	416.48
31.93	3778.99	583.48	0.70	2645.29	408.44
33.04	3964.05	571.58	0.70	2774.83	400.11
34.14	4144.36	559.21	0.70	2901.06	391.45
35.25	4320.39	546.31	0.70	3024.27	382.42
36.36	4492.51	532.84	0.70	3144.75	372.99
37.46	4661.07	518.75	0.70	3262.75	363.13
38.57	4826.38	504.01	0.70	3378.47	352.81
39.68	4988.72	488.59	0.70	3492.10	342.01
40.78	5148.32	472.44	0.70	3603.82	330.71
41.89	5305.40	455.56	0.70	3713.78	318.89
43.00	5460.16	437.90	0.70	3822.11	306.53
44.10	5612.76	419.46	0.70	3928.93	293.62
45.21	5763.38	400.21	0.70	4034.37	280.15
46.32	5912.14	380.13	0.70	4138.50	266.09
47.42	6069.31	360.18	0.70	4248.52	252.12
48.53	6211.95	338.14	0.70	4348.36	236.70

COMPRESIÓN PURA	
Po [kN]	7941.52
$\phi Po$ [kN]	5559.06
Po máx [kN]	6353.21
$\phi Po$ máx [kN]	4447.25

CONDICIÓN BALANCEADA	
cb [cm]	26.40
Pb [kN]	2730.34
$\phi Pb$ [kN]	1911.24
Mb [kN.m]	644.45
$\phi Mb$ [kN.m]	451.12

ZONA DE FALLA DÚCTIL					
c [cm]	Pi [kN]	Mi [kN.m]	$\phi$	$\phi Pi$ [kN]	$\phi Mi$ [kN.m]
25.14	2549.63	641.80	0.72	1827.23	459.96
23.89	2363.28	637.94	0.74	1737.22	468.94
22.63	2170.36	632.87	0.76	1639.82	478.17
21.37	1969.70	626.62	0.78	1533.27	487.78
20.11	1765.58	618.70	0.80	1419.82	497.54
18.86	1587.81	606.13	0.83	1323.18	505.11
17.60	1364.26	584.61	0.87	1182.36	506.67
16.34	1145.66	564.05	0.90	1031.09	507.64
15.09	911.81	540.93	0.90	820.63	486.84
13.83	699.22	514.95	0.90	629.30	463.45
12.57	488.92	485.64	0.90	440.02	437.08
11.31	260.13	452.36	0.90	234.12	407.12
10.06	5.94	414.11	0.90	5.34	372.70
8.80	-261.42	371.57	0.90	-235.27	334.41
7.54	-495.68	328.26	0.90	-446.11	295.43
6.29	-772.78	275.45	0.90	-695.50	247.91
5.03	-1124.85	207.05	0.90	-1012.36	186.34
3.77	-1626.85	108.79	0.90	-1464.17	97.91
2.51	-1856.83	60.86	0.90	-1671.15	54.78
1.26	-1983.99	31.11	0.90	-1785.59	28.00

FLEXIÓN PURA	
c [cm]	10.03
M [kN.m]	413.21
$\phi M$ [kN.m]	371.89

TRACCIÓN PURA	
Pt [kN]	-2111.15
$\phi Pt$ [kN]	-1900.04

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> omáx y omín

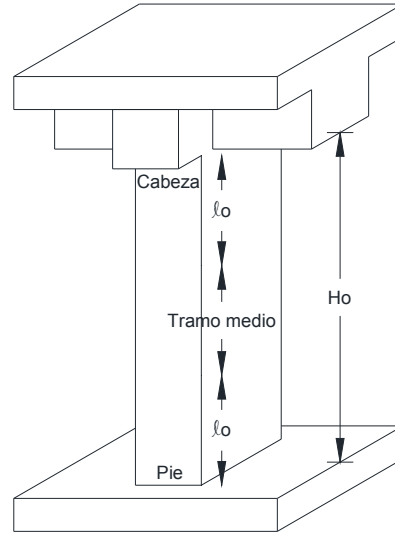
CODIFICACIÓN DE COLORES	
<span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	Dato del programa: se pueden modificar
<span style="background-color: #FFFF00; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	Resultado calculado: se recomienda no modificar
<span style="background-color: #FFA500; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	Dato de código: consultar norma para modificar

DATOS DEL ELEMENTO	
Luz libre o altura libre, Ho [m]	2.65

DETALLE DEL REFUERZO TRANSVERSAL	
Diámetro del refuerzo [mm]	10

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Corte	0.85

FUERZAS DE DISEÑO	
Mb x-x [kN.m]	451.12
Mb y-y [kN.m]	451.12
Tolerancia máx (req/disp) [± %]	5.00

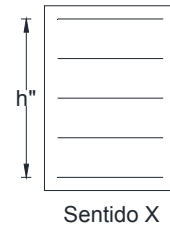


**LÍMITES DE ESPACIAMIENTO Y ARMADO**

Cabeza y pie	b [cm]	h [cm]	Ho/6 [cm]	mín [cm]	l0 [cm]
	50.0	50.0	44.2	45.0	50.0
Tramo medio	b/4 [cm]	h/4 [cm]	6φc [cm]	so [cm]	s <sub>máx</sub> [cm]
	12.5	12.5	12.0	16.7	12.0

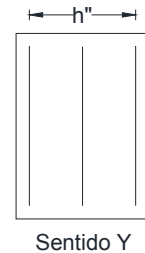
**RAMAS EN SENTIDO X**

Confinamiento	s [cm]	h" [cm]	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Ash [cm <sup>2</sup> ]
	12.0	42.0	4.21	3.02	4.21
Corte	Vu [kN]	Vc [kN]	Vs [kN]	Vs < 4Vc	Vu ≤ φVc + φVs
	340.46	202.40	198.15	OK	OK
	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Av calc [cm <sup>2</sup> ]	Av req [cm <sup>2</sup> ]	Av/s [cm <sup>2</sup> /cm]
4.21	3.02	1.29	4.21	<b>0.35</b>	



**RAMAS EN SENTIDO Y**

Confinamiento	s [cm]	h" [cm]	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Ash [cm <sup>2</sup> ]
	12.0	42.0	4.21	3.02	4.21
Corte	Vu [kN]	Vc [kN]	Vs [kN]	Vs < 4Vc	Vu ≤ φVc + φVs
	340.5	202.40	198.15	OK	OK
	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Av calc [cm <sup>2</sup> ]	Av req [cm <sup>2</sup> ]	Av/s [cm <sup>2</sup> /cm]
4.21	3.02	1.29	4.21	<b>0.35</b>	



**ARMADO REQUERIDO**

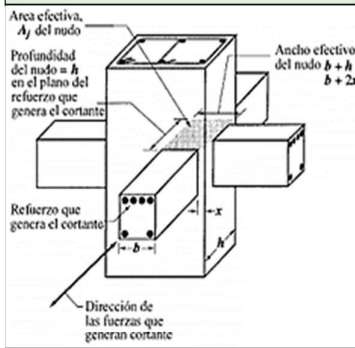
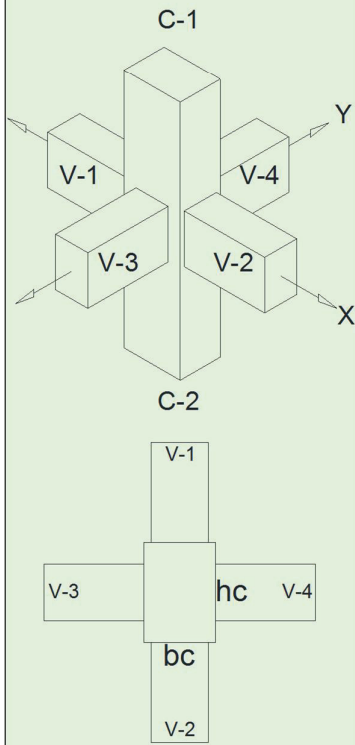
Cabeza y pie	Sentido	s [cm]	Ramales	Av/s [cm <sup>2</sup> /cm]	Diseño
	x	10.0	5.00	<b>0.39</b>	5 ramas @ 10 cm el lo=50 cm
y	10.0	5.00	<b>0.39</b>	5 ramas @ 10 cm el lo=50 cm	
Tramo medio	Sentido	s [cm]	Ramales	Av/s [cm <sup>2</sup> /cm]	Diseño
	x	10.0	5.00	0.39	5 ramas @ 10 cm
y	10.0	5.00	0.39	5 ramas @ 10 cm	

VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE ESTAS NORMAS	
ACI 318S-11: 7.10.5.3	Estribos

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS INTERIORES**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
$\alpha$	1.25	
$\phi$ corte	0.85	
Recub [m]	0.04	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	$\phi$ 1	#	$\phi$ 2	#	$\phi$ 1	#	$\phi$ 2	
V-1	0.35	0.60	0.54	3	20	2	20	3	18		OK	
V-2	0.35	0.60	0.54	3	20	2	20	3	18		OK	
V-3	0.35	0.60	0.54	3	20	2	20	3	18		OK	
V-4	0.35	0.60	0.54	3	20	2	20	3	18		OK	

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	$\phi$ estribo [mm]
				#	$\phi$ 1	#	$\phi$ 2			
C-1	0.50	0.50	2.65	16	20			50.27	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.65	16	20			50.27	OK	10

**Resistencia al cortante horizontal**

*Chequeo de confinamiento por vigas*

Viga	bv [m]	bc [m]	bv > 0.75 bc	$\gamma$
V-1	0.35	0.50	No cumple	1.20
V-2	0.35	0.50	No cumple	
V-3	0.35	0.50	No cumple	
V-4	0.35	0.50	No cumple	

*Corte actuante Vj*

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
	2	7.63	400.79	206.78		
Y	1	15.71	824.67	404.50	188.09	1037.37
	2	7.63	400.79	206.78		

*Corte resistente  $\phi Vn$*

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	$\phi Vn$ [kN]	$\phi Vn \geq Vj$
	0.08	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
Y	0.08	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
	0.08	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	$\phi Vn \geq Vjv$
X	1244.8	OK
	1244.8	OK
Y	1244.8	OK
	1244.8	OK

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	$\Sigma Mv$	Mo	$\Sigma Mc$	$\Sigma Mc \geq 1.2 \Sigma Mv$
X	sup	25.71	513.08	680.0	422.2	844.5	R=1.2 Cumple
	inf	7.63	166.97				
Y	sup	25.71	513.08	680.0	422.2	844.5	R=1.2 Cumple
	inf	7.63	166.97				

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20 $\phi$ v [m]	20 $\phi$ c [m]	Peralte [m]	hc $\geq$ 20 $\phi$ v hv $\geq$ 20 $\phi$ c
V-1	-	0.40	0.60	Cumple
V-2	-	0.40	0.60	Cumple
V-3	-	0.40	0.60	Cumple
V-4	-	0.40	0.60	Cumple
C-1,2 X	0.40	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.40	-	0.50	Cumple

**Refuerzo de confinamiento en columnas**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.	
									X
			2.95						
Y	12.0	41.0	4.11	5.2	5	10	5 ramas $\phi$ @ 10 cm	OK	
									2.95

PROYECTO: Edificio 4P, 1S aporticado  
UBICACIÓN: Esmeraldas

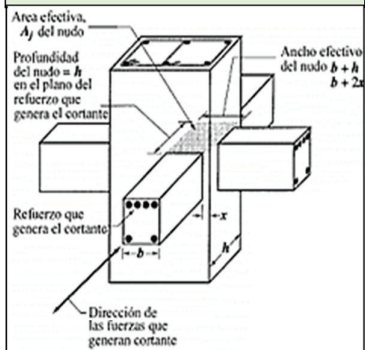
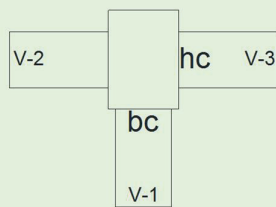
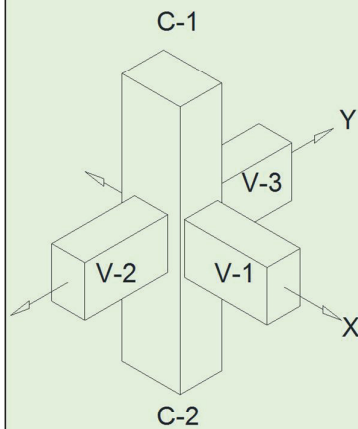
CODIGO SÍSMICO: CEC  
CODIGO AUXILIAR: ACI 318-S11

NIVEL ANALIZADO: N+3.25  
OBSERVACIONES:

### NUDOS EXTERIORES

f'c [Mpa] 28  
Fy [Mpa] 420  
 $\alpha$  1.25  
 $\phi$  corte 0.85  
Recub [m] 0.04

Acerca de...



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	
V-1	0.35	0.60	0.54	3	20	3	20	3	18		OK	
V-2	0.35	0.60	0.54	3	20	2	20	3	18		OK	
V-3	0.35	0.60	0.54	3	20	2	20	3	18		OK	

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	$\phi$ estribo [mm]
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$			
C-1	0.50	0.50	2.65	16	22			60.82		
C-2	0.50	0.50	2.65	16	22			60.82	OK	10

### Resistencia al cortante horizontal

#### Chequeo de confinamiento por vigas

Viga	bv [m]	bc [m]	bv > 0.75 bc	$\gamma$
V-1	0.35	0.50	No cumple	1.00
V-2	0.35	0.50	No cumple	
V-3	0.35	0.50	No cumple	

#### Corte actuante Vj

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
X	1	18.85	989.60	475.60	146.34	843.26
	2	7.63	400.79	206.78		
Y	1	15.71	824.67	404.50	188.09	1037.37
	2	7.63	400.79	206.78		

#### Corte resistente $\phi Vn$

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	$\phi Vn$ [kN]	$\phi Vn \geq Vj$
X	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
Y	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK

### Resistencia al cortante vertical

Sentido	Vjv [kN]	$\phi Vn \geq Vjv$
X	1011.9	OK
	1244.8	hv > hc
Y	1244.8	hv > hc

### Columna fuerte viga débil

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	$\Sigma Mv$	Mo	$\Sigma Mc$	$\Sigma Mc \geq 1.2 \Sigma Mv$
X	sup	28.85	566.18	566.18	508.34	1016.7	R=1.8 Cumple
	inf	7.63	166.97	680.05	508.34	1016.7	R=1.5 Cumple
Y	sup	25.71	513.08	680.05	508.34	1016.7	R=1.5 Cumple

### Control de deterioro de adherencia

Elem	20 $\phi v$ [m]	20 $\phi c$ [m]	Peralte [m]	hc $\geq$ 20 $\phi v$ hv $\geq$ 20 $\phi c$
V-1	-	0.44	0.60	Cumple
V-2	-	0.44	0.60	Cumple
V-3	-	0.44	0.60	Cumple
C-1,2 X	0.40	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.40	-	0.50	Cumple

### Refuerzo de confinamiento en columnas

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
X	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas $\phi$ 10 @ 10 cm	OK
			3.08					
Y	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas $\phi$ 10 @ 10 cm	OK
			3.08					

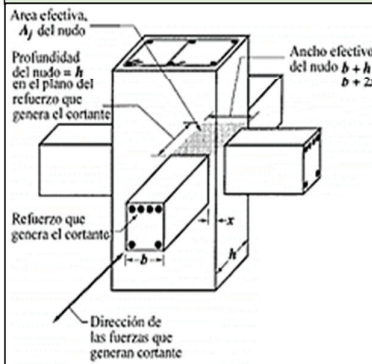
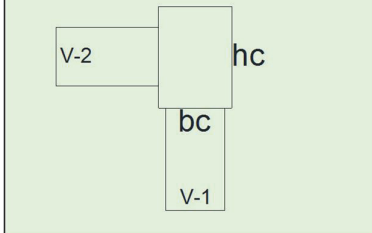
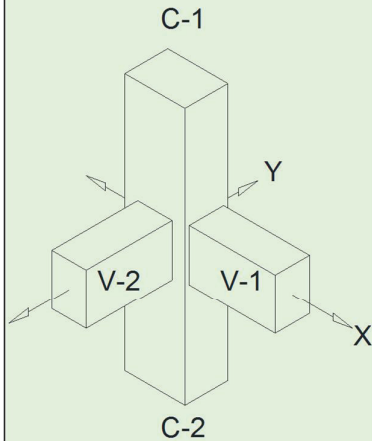
### Anclaje

Sentido	ldh req [cm]	ldh disp [cm]	Observación
X	32.3	42.8	Cumple

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS ESQUINEROS**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
α	1.25	
φ corte	0.85	
Recub [m]	0.04	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior		As2 inferior		Obs.		
				#	φ1	#	φ2			
V-1	0.35	0.60	0.54	3	20	3	20	4	18	OK
V-2	0.35	0.60	0.54	3	20	3	20	4	18	OK

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal		As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	φ estribo [mm]
				#	φ1			
C-1	0.50	0.50	2.65	12	22	45.62	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.65	12	22	45.62	OK	10

**Resistencia al cortante horizontal**

Corte actuante Vj

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
X	1	18.85	989.6	475.60	146.34	843.26
Y	1	18.85	989.6	475.60	146.34	843.26

Corte resistente φ Vn

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	φVn [kN]	φVn ≥ Vj
X	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
Y	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	φVn ≥ Vjv
X	1011.9	OK
Y	1011.9	OK

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	ΣMv	Mo	ΣMc	ΣMc ≥ 1.2 ΣMv
X	sup	28.85	566.18	566.2	381.3	762.5	R=1.3 Cumple
Y	sup	28.85	566.18	566.2	381.3	762.5	R=1.3 Cumple

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20φv [m]	20φc [m]	Peralte [m]	hc ≥ 20φv hv ≥ 20φc
V-1	-	0.44	0.60	Cumple
V-2	-	0.44	0.60	Cumple
C-1,2 X	0.4	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.4	-	0.50	Cumple

**Reinuerzo de confinamiento en columnas**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
X	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas φ 10 @ 10 cm	OK
			3.08					
Y	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas φ 10 @ 10 cm	OK
			3.08					

**Anclaje**

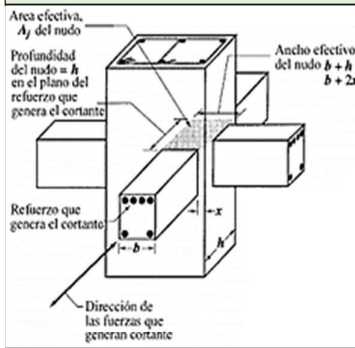
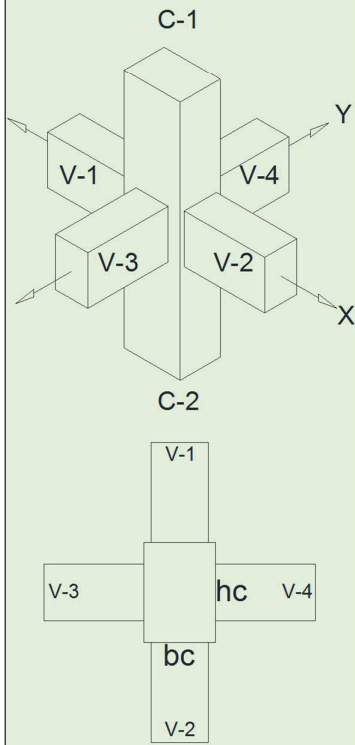
Sentido	ldh req [cm]	ldh disp [cm]	Observación
X	32.3	42.8	Cumple
Y	17.6	42.8	Cumple



<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+9.75
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS INTERIORES**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
α	1.25	
φ corte	0.85	
Recub [m]	0.04	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	φ1	#	φ2	#	φ1	#	φ2	
V-1	0.30	0.50	0.44	2	20	2	20	2	18		OK	
V-2	0.30	0.50	0.44	2	20	2	20	2	18		OK	
V-3	0.30	0.50	0.44	2	20	2	20	2	18		OK	
V-4	0.30	0.50	0.44	2	20	2	20	2	18		OK	

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm²]	Obs.	φ estribo [mm]
				#	φ1	#	φ2			
C-1	0.50	0.50	2.75	16	22			60.82	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.65	16	22			60.82	OK	10

**Resistencia al cortante horizontal**

*Chequeo de confinamiento por vigas*

Viga	bv [m]	bc [m]	bv > 0.75 bc	γ
V-1	0.30	0.50	No cumple	1.20
V-2	0.30	0.50	No cumple	
V-3	0.30	0.50	No cumple	
V-4	0.30	0.50	No cumple	

*Corte actuante Vj*

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm²]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
	2	5.09	267.19	112.57		
Y	1	12.57	659.73	259.80	116.37	810.56
	2	5.09	267.19	112.57		

*Corte resistente φ Vn*

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m²]	φVn [kN]	φVn ≥ Vj
	0.10	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
Y	0.10	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
	0.10	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	φVn ≥ Vjv
	810.6	OK
Y	810.6	OK
	810.6	OK

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm²]	Mn	ΣMv	Mo	ΣMc	ΣMc ≥ 1.2 ΣMv
	inf	5.09	90.852				
Y	sup	22.57	354.12	445.0	508.3	1016.7	R=2.3 Cumple
	inf	5.09	90.852				

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20φv [m]	20φc [m]	Peralte [m]	hc ≥ 20φv hv ≥ 20φc
V-1	-	0.44	0.50	Cumple
V-2	-	0.44	0.50	Cumple
V-3	-	0.44	0.50	Cumple
V-4	-	0.44	0.50	Cumple
C-1,2 X	0.40	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.40	-	0.50	Cumple

**Refuerzo de confinamiento en columnas**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm²]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
			3.08					
Y	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas φ @ 10 cm	OK
			3.08					



PROYECTO: Edificio 4P, 1S aporticado  
UBICACIÓN: Esmeraldas

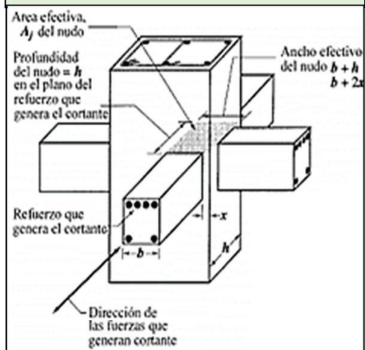
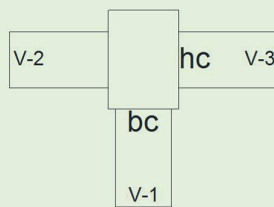
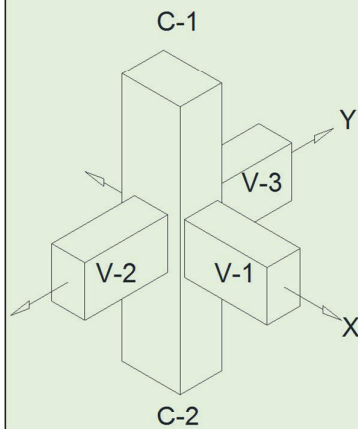
CODIGO SÍSMICO: CEC  
CODIGO AUXILIAR: ACI 318-S11

NIVEL ANALIZADO: N+9.75  
OBSERVACIONES:

### NUDOS EXTERIORES

f'c [Mpa] 28  
Fy [Mpa] 420  
 $\alpha$  1.25  
 $\phi$  corte 0.85  
Recub [m] 0.04

Acerca de...



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	
V-1	0.30	0.50	0.44	2	20	3	20	2	18			OK
V-2	0.30	0.50	0.44	2	20	2	20	2	18			OK
V-3	0.30	0.50	0.44	2	20	2	20	2	18			OK

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	$\phi$ estribo [mm]
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$			
C-1	0.50	0.50	2.75	16	22			60.82		
C-2	0.50	0.50	2.65	16	22			60.82	OK	10

### Resistencia al cortante horizontal

#### Chequeo de confinamiento por vigas

Viga	bv [m]	bc [m]	bv > 0.75 bc	$\gamma$
V-1	0.30	0.50	No cumple	1.00
V-2	0.30	0.50	No cumple	
V-3	0.30	0.50	No cumple	

#### Corte actuante Vj

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
X	1	15.71	824.67	315.23	98.51	726.16
	2	5.09	267.19	112.57		
Y	1	12.57	659.73	259.80	116.37	810.56
	2	5.09	267.19	112.57		

#### Corte resistente $\phi Vn$

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	$\phi Vn$ [kN]	$\phi Vn \geq Vj$
X	0.10	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
	0.10	0.50	0.50	0.25		
Y	0.10	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
	0.10	0.50	0.50	0.25		

### Resistencia al cortante vertical

Sentido	Vjv [kN]	$\phi Vn \geq Vjv$
X	726.2	OK
	810.6	OK
Y	810.6	OK

### Columna fuerte viga débil

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	$\Sigma Mv$	Mo	$\Sigma Mc$	$\Sigma Mc \geq 1.2 \Sigma Mv$
X	sup	25.71	393.44	393.44	508.34	1016.7	R=2.6 Cumple
	inf	5.09	90.85	444.97			
Y	sup	22.57	354.12	444.97	508.34	1016.7	R=2.3 Cumple
	inf	5.09	90.85	444.97			

### Control de deterioro de adherencia

Elem	20 $\phi v$ [m]	20 $\phi c$ [m]	Peralte [m]	hc $\geq$ 20 $\phi v$ hv $\geq$ 20 $\phi c$
V-1	-	0.44	0.50	Cumple
V-2	-	0.44	0.50	Cumple
V-3	-	0.44	0.50	Cumple
C-1,2 X	0.40	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.40	-	0.50	Cumple

### Refuerzo de confinamiento en columnas

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
X	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas $\phi$ 10 @ 10 cm	OK
			3.08					
Y	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas $\phi$ 10 @ 10 cm	OK
			3.08					

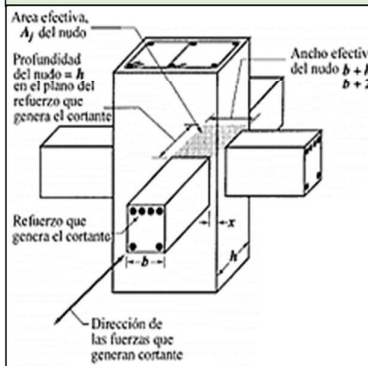
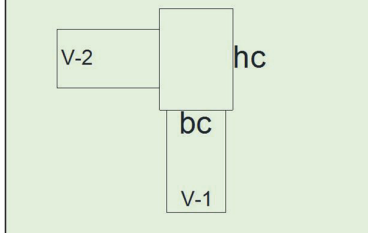
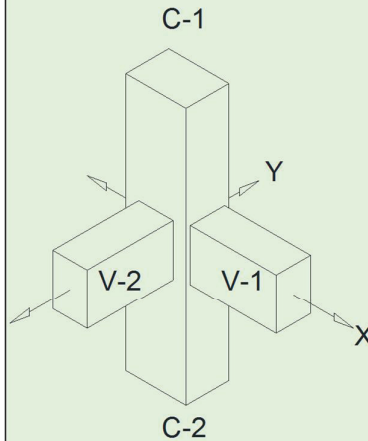
### Anclaje

Sentido	ldh req [cm]	ldh disp [cm]	Observación
X	32.3	42.8	Cumple

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+9.75
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS ESQUINEROS**

$f'_c$ [Mpa]	28	Acerca de...
$F_y$ [Mpa]	420	
$\alpha$	1.25	
$\phi$ corte	0.85	
Recub [m]	0.04	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	
V-1	0.30	0.50	0.44	2	20	3	20	2	18			OK
V-2	0.30	0.50	0.44	2	20	3	20	2	18			OK

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	$\phi$ estribo [mm]
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$			
C-1	0.50	0.50	2.75	16	22			60.82	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.65	16	22			60.82	OK	10

**Resistencia al cortante horizontal***Corte actuante  $V_j$* 

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	$V_j$ [kN]
X	1	15.71	824.67	315.23	98.51	726.16
Y	1	15.71	824.67	315.23	98.51	726.16

*Corte resistente  $\phi V_n$* 

Sentido	x [m]	b <sub>j</sub> [m]	h <sub>j</sub> [m]	A <sub>j</sub> [m <sup>2</sup> ]	$\phi V_n$ [kN]	$\phi V_n \geq V_j$
X	0.10	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
Y	0.10	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	$V_{jv}$ [kN]	$\phi V_n \geq V_{jv}$
X	726.2	OK
Y	726.2	OK

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	M <sub>n</sub>	$\Sigma M_v$	M <sub>o</sub>	$\Sigma M_c$	$\Sigma M_c \geq 1.2 \Sigma M_v$
X	sup	25.71	393.44	393.4	508.3	1016.7	R=2.6 Cumple
Y	sup	25.71	393.44	393.4	508.3	1016.7	R=2.6 Cumple

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	$20\phi_v$ [m]	$20\phi_c$ [m]	Peralte [m]	$hc \geq 20\phi_v$	$h_v \geq 20\phi_c$
V-1	-	0.44	0.50	Cumple	
V-2	-	0.44	0.50	Cumple	
C-1,2 X	0.4	-	0.50	Cumple	
C-1,2 Y	0.4	-	0.50	Cumple	

**Refuerzo de confinamiento en columnas**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
X	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas $\phi 10 @ 10$ cm	OK
			3.08					
Y	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas $\phi 10 @ 10$ cm	OK
			3.08					

**Anclaje**

Sentido	ldh req [cm]	ldh disp [cm]	Observación
X	32.3	42.8	Cumple
Y	17.6	42.8	Cumple

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> cimentación
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b> Internas

DATOS DE LA COLUMNA	
Longitud en sentido x, Lx [m]	0.50
Longitud en sentido y, Ly [m]	0.50

DATOS DEL SUELO	
$\sigma_{neto}$ [kPa]	200.00

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Corte	0.85
Flexión	0.90

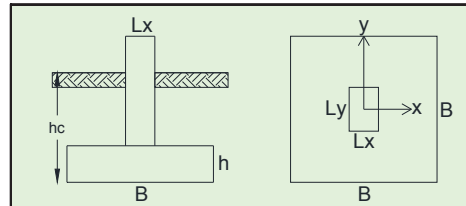
DATOS DE LA ZAPATA	
f'c [Mpa]	21
Fy [Mpa]	420
Recubrimiento [m]	0.05
Ubicación	Interior
$\beta$	0.85
Área requerida de zapata [m <sup>2</sup> ]	9.61
Longitud de base, B [m]	3.10
Área de diseño de zapata [m <sup>2</sup> ]	9.61

ESFUERZOS TRANSMITIDOS	
$\sigma_1$ [kPa]	203.44
$\sigma_2$ [kPa]	193.80
$\sigma_3$ [kPa]	193.60
$\sigma_4$ [kPa]	183.96

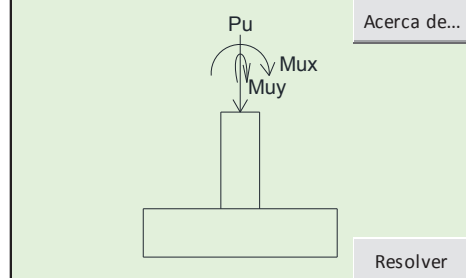
DISEÑO A CORTE	
Altura de zapata, h [m]	0.60
Vu [kN]	695.15
$\phi Vc$ [kN]	1067.44
<b>Vu <math>\leq \phi Vn</math> en el sentido x</b>	<b>OK</b>
Vu [kN]	677.43
$\phi Vc$ [kN]	1108.49
<b>Vu <math>\leq \phi Vn</math> en el sentido y</b>	<b>OK</b>

DISEÑO POR PUNZONAMIENTO	
bo [m]	4.40
Ao [m]	1.06
Vu [kN]	2414.64
$\phi Vc$ [kN]	2807.34
<b>Vu <math>\leq \phi Vn</math> en el sentido x</b>	<b>OK</b>

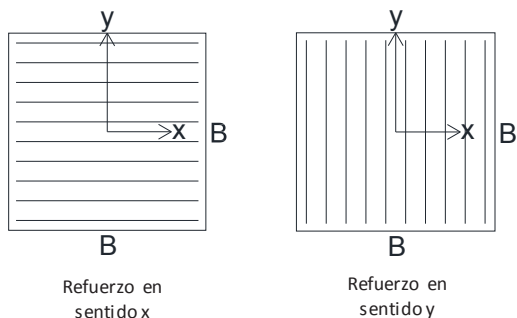
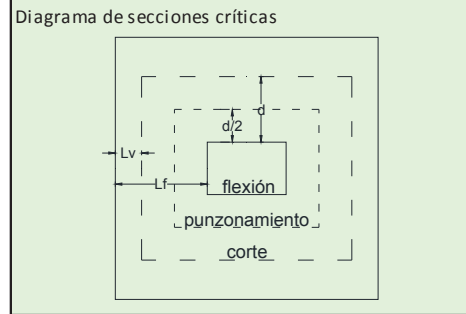
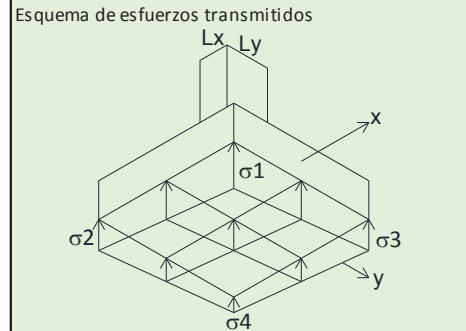
DISEÑO POR FLEXIÓN	
Mu [kN]	166.48
As nec x [cm <sup>2</sup> /m]	17.33
Diámetro del refuerzo en sentido x [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido x [m]	0.15
Mu [kN]	0.01
As nec y [cm <sup>2</sup> /m]	18.00
Diámetro del refuerzo en sentido y [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido y [m]	0.14



SOLICITACIONES DE SERVICIO (CARGAS SIN MAYORAR)			
Carga	P [kN]	M x-x [kN.m]	M y-y [kN.m]
Muerta	1500.78	0.02	0.00
Viva	360.68	0.01	0.00
Sismo	0.00	24.40	23.93



SOLICITACIONES ÚLTIMAS (CARGAS MAYORADAS)			
Carga	P	M x-x	M y-y
Combinación	2714.25	34.14	33.50



RESUMEN DE DISEÑO	
Zapata cuadrada de 3.1 m x 3.1 m x 0.6 m	
21 Ø18 @ 15 cm en el sentido x	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 17.24	
22 Ø18 @ 14 cm en el sentido y	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 18.06	

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> cimentación
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b> Externas y esquinas

DATOS DE LA COLUMNA	
Longitud en sentido x, Lx [m]	0.50
Longitud en sentido y, Ly [m]	0.50

DATOS DEL SUELO	
$\sigma_{neto}$ [kPa]	200.00

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Corte	0.85
Flexión	0.90

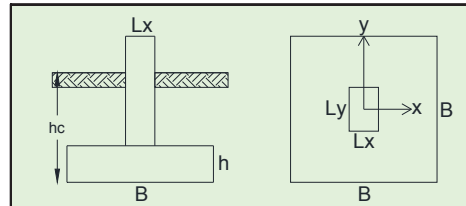
DATOS DE LA ZAPATA	
f'c [Mpa]	21
Fy [Mpa]	420
Recubrimiento [m]	0.05
Ubicación	Interior
$\beta$	0.85
Área requerida de zapata [m <sup>2</sup> ]	5.76
Longitud de base, B [m]	2.40
Área de diseño de zapata [m <sup>2</sup> ]	5.76

ESFUERZOS TRANSMITIDOS	
$\sigma_1$ [kPa]	218.46
$\sigma_2$ [kPa]	197.16
$\sigma_3$ [kPa]	209.71
$\sigma_4$ [kPa]	188.41

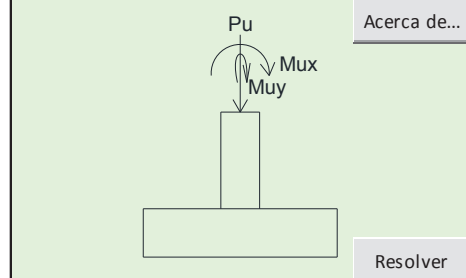
DISEÑO A CORTE	
Altura de zapata, h [m]	0.45
Vu [kN]	422.85
$\phi Vc$ [kN]	588.02
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido x	OK
Vu [kN]	408.44
$\phi Vc$ [kN]	619.80
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido y	OK

DISEÑO POR PUNZONAMIENTO	
bo [m]	3.80
Ao [m]	0.77
Vu [kN]	1457.25
$\phi Vc$ [kN]	1719.88
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido x	OK

DISEÑO POR FLEXIÓN	
Mu [kN]	92.17
As nec x [cm <sup>2</sup> /m]	12.33
Diámetro del refuerzo en sentido x [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido x [m]	0.21
Mu [kN]	0.25
As nec y [cm <sup>2</sup> /m]	13.00
Diámetro del refuerzo en sentido y [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido y [m]	0.20



SOLICITACIONES DE SERVICIO (CARGAS SIN MAYORAR)			
Carga	P [kN]	M x-x [kN.m]	M y-y [kN.m]
Muerta	952.27	-9.19	-0.17
Viva	206.11	-2.42	-0.05
Sismo	13.40	21.69	24.76



SOLICITACIONES ÚLTIMAS (CARGAS MAYORADAS)			
Carga	P	M x-x	M y-y
Combinación	1683.57	43.10	34.90

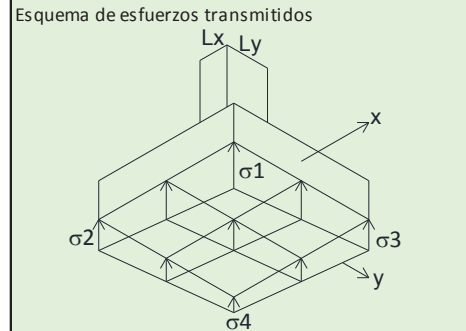
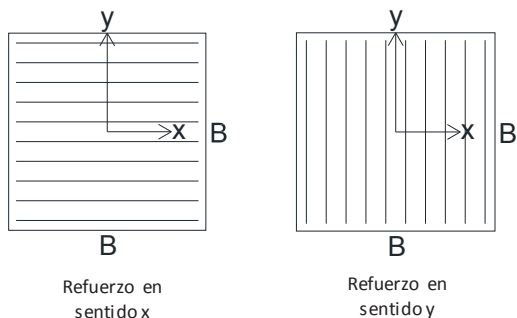
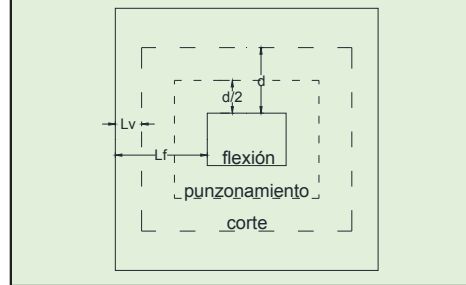


Diagrama de secciones críticas



RESUMEN DE DISEÑO	
Zapata cuadrada de 2.4 m x 2.4 m x 0.45 m	
12 Ø18 @ 21 cm en el sentido x	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 12.72	
12 Ø18 @ 20 cm en el sentido y	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 13.78	

**ANEXO No 3.**

**CÁLCULOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIO 4P, 1S  
UBICADO EN ESMERALDAS, USANDO FUERZAS  
SÍSMICAS NEC**

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CÓDIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+13.00
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CÓDIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b> Panel central

CODIFICACIÓN DE COLORES	
<span style="background-color: #d9ead3;"> </span>	Dato del programa: se pueden modificar
<span style="background-color: #fcf8e3;"> </span>	Resultado calculado: se recomienda no modificar
<span style="background-color: #f4cccc;"> </span>	Dato de código: consultar norma para modificar

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Flexión sin carga axial	0.90
Corte	0.85

CARGAS DE SERVICIO UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS	
Código de diseño sísmico	NEC

CARGAS DE SERVICIO UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS	
Permanentes o muerta <b>D</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	6.43
No permanentes o viva <b>L</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	2.00

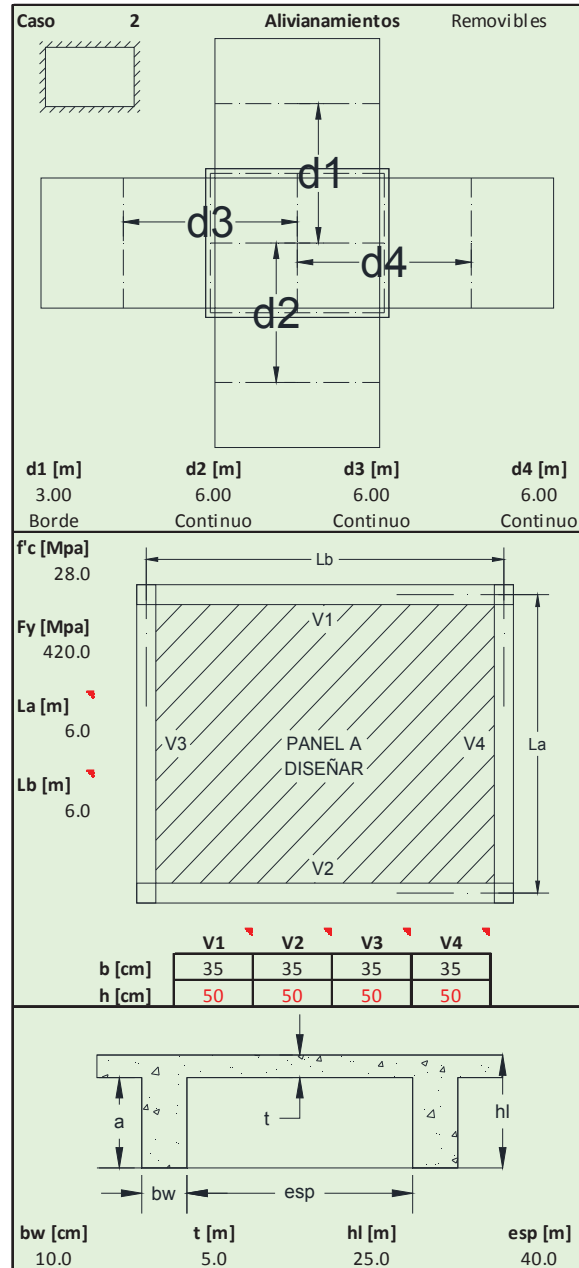
CARGAS FACTORIZADAS DISTRIBUIDAS	
Permanentes o muerta <b>D</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	9.00
No permanentes o viva <b>L</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	3.40
Carga factorizada total <b>D+L</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	12.40

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Sección de nervio típico "T" [cm <sup>2</sup> ]	450.00
Altura del centro de gravedad <b>Ycg</b> [cm]	16.94
Momento de inercia x-x <b>I<sub>x-x</sub></b> [cm <sup>4</sup> ]	24548.61
Peralte equivalente de la losa <b>h<sub>eq</sub></b> [cm]	18.06
Relación entre luz larga a corta $\beta$	1.00
$\alpha_m$	1.64
Recubrimiento [cm]	3.00

MÍNIMOS GEOMÉTRICOS DE LOSA	
Peralte mínimo requerido <b>h<sub>min</sub></b> [cm]	14.38
Ancho mínimo de nervadura <b>b<sub>w</sub></b> [cm]	10.00
Altura máxima de nervaduras <b>a</b> [cm]	35.00
Espac. máx. entre nervaduras <b>esp</b> [cm]	75.00
Espesor mín. loseta compresión <b>t</b> [cm]	5.00

COEFICIENTES EN SENTIDO CORTO	
Momento neg. carga total D+L [kN.m]	0.045
Momento pos. carga muerta D [kN.m]	0.018
Momento pos. por carga viva L [kN.m]	0.027
Corte por carga total D+L [kN]	0.500

COEFICIENTES EN SENTIDO LARGO	
Momento negativo carga total D+L	0.045
Momento positivo carga muerta D	0.018
Momento positivo por carga viva L	0.027
Corte por carga total D+L	0.500



DISEÑO A FLEXIÓN EN SENTIDO CORTO POR NERVIÓ							
Descripción de refuerzo	Posición	Mu [kN.m]	d [cm]	As [cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [mm]	#	Resumen de armado
Franja central	Sup. cont.	-8.91	21.00	1.18	14	1	1 $\phi$ 14 As= 1.54 cm <sup>2</sup>
	Inferior	+4.05	21.00	0.70	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>
	Sup. disc.	-1.35	21.00	0.70	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>

DISEÑO A FLEXIÓN EN SENTIDO LARGO POR NERVIÓ							
Descripción de refuerzo	Posición	Mu [kN.m]	d [cm]	As [cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [mm]	#	Resumen de armado
Franja central	Sup. cont.	-8.91	21.00	1.18	14	1	1 $\phi$ 14 As= 1.54 cm <sup>2</sup>
	Inferior	+4.05	19.50	0.65	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>
	Sup. disc.	-1.35	19.50	0.65	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>

DISEÑO A CORTE POR NERVIÓ						
Descripción de refuerzo	Vu <sub>crit</sub> [kN]	$\phi Vc$ [kN]	1ra evaluación	bw [cm]	$\phi Vc$ [kN]	2da evaluación
Cortante crítico	8.11	17.66	Sección OK	50.00	80.29	OK

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

## DISEÑO POR FLEXIÓN

Acerca de...

## Datos geométricos

b = 35.00 cm  
h = 60.00 cm  
d = 54.00 cm  
r = 5.00 cm  
# tram = 4

## Materiales

f'c = 28.00 MPa  
Fy = 420.00 MPa  
Factor de reducción de resistencia  
φf = 0.90

## Armado preferente a flexión

Posición	Tipo	#	φ (mm)
Superior (negativo)	A todo lo largo	2	22
	Adicional	-	20
Inferior (positivo)	A todo lo largo	2	20
	Adicional	-	20

## Momentos [kN.m]

D	-66.5	51.1	-69.4	-72.53	46.2	-73.17	-73.17	46.2	-72.53	-69.37	51.1	-66.50
L	-17.49	13.5	-17.78	-18.79	12.3	-19	-19	12.3	-18.79	-17.78	13.5	-17.49
E	284.3		-251.6	231.9		-234.9	234.9		-231.9	251.6		-284.3
luz libre (m)		5.50		5.50		5.50		5.50		5.50		

Comb 1	-122.8	94.5	-127.4	-133.5	85.4	-134.7	-134.7	85.4	-133.5	-127.4	94.5	-122.8
Comb 2	192.1	70.8	-347.1	131.8	64.1	-335.9	133.8	64.1	-332.0	156.1	70.8	-376.4
Comb 3	-376.4	70.8	156.1	-332.0	64.1	133.8	-335.9	64.1	131.8	-347.1	70.8	192.1
Comb 6	224.4	46.0	-314.0	166.6	41.5	-300.7	169.0	41.5	-297.2	189.2	46.0	-344.1
Comb 7	-344.1	46.0	189.2	-297.2	41.5	169.0	-300.7	41.5	166.6	-314.0	46.0	224.4

MU <sub>calc</sub>	376.39	347.12	331.99	335.92	335.92	331.99	347.12	376.39				
	224.41	94.46	189.17	166.60	85.45	169.03	169.03	85.45	166.60	189.17	94.46	224.41

MU <sub>ETABS</sub>	376.39	347.12	331.99	335.92	335.92	331.99	347.12	376.39				
	224.41	94.46	189.17	166.60	85.45	169.03	169.03	85.45	166.60	189.17	94.46	224.41

As requerido [cm<sup>2</sup>]As<sub>máx</sub> [cm<sup>2</sup>]

26.78	20.38	6.30	18.63	17.73	6.30	17.96	17.96	6.30	17.73	18.63	6.30	20.38
-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------

As<sub>mín</sub> [cm<sup>2</sup>]

6.30	11.63	6.30	9.71	8.50	6.30	8.63	8.63	6.30	8.50	9.71	6.30	11.63
------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

Refuerzo colocado, Ast [cm<sup>2</sup>]

A todo lo largo	+4φ20		+4φ20	+4φ20		+3φ20	+3φ20		+4φ20	+4φ20		+4φ20
2φ22	20.17	7.60	20.17	20.17	7.60	17.03	17.03	7.60	20.17	20.17	7.60	20.17
A todo lo largo	12.57	6.28	9.42	9.42	6.28	9.42	9.42	6.28	9.42	9.42	6.28	12.57
2φ20	+2φ20		+1φ20	+1φ20		+1φ20	+1φ20		+1φ20	+1φ20		+2φ20

## Espaciamiento del refuerzo

ex [cm]	2.52	20.60	2.52	2.52	20.60	3.65	3.65	20.60	2.52	2.52	20.60	2.52
	5.67	21.00	9.50	9.50	21.00	9.50	9.50	21.00	9.50	9.50	21.00	5.67

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

## DISEÑO POR CORTE

Acerca de...

<b>Datos geométricos</b>	<b>Factor de reducción de resistencia</b>	<b>Armado preferente a corte</b>
$s_{máx} = 12.00$ cm	$\phi_c = 0.85$	$s_o$ (cm) 12.00
	<b>Factor de resistencia del refuerzo</b>	$\phi$ (mm) 10
	$\alpha = 1.25$	

## Momentos probables [kN.m]

Mpr	517.95	517.95	517.95	444.35	444.35	517.95	517.95	517.95
	335.36	255.44	255.44	255.44	255.44	255.44	255.44	335.36
Vpr	155.15		140.62		140.62		155.15	

## Solicitaciones a corte [kN]

D	-70.8	71.8	-71.2	71.4	-71.4	71.2	-71.8	70.8
L	-17.8	17.9	-17.8	17.9	-17.9	17.8	-17.9	17.8
E	97.4		84.9		84.9		97.4	
$V_{DHL}$	89.76		89.34		89.03		88.61	
$V_{UdHL}$	244.91	205.99	244.91	229.96	191.04	229.96	190.73	229.96
$V_{COMB1}$	131.04		130.45		129.99		129.40	
$V_{UCOMB1}$	286.19	229.37	286.19	271.07	214.24	271.07	213.79	271.07

## Cortante resistente [kN]

$V_c$	0.00	144.51	0.00	0.00	144.51	0.00	0.00	144.51	0.00	0.00	144.51	0.00
$V_s$	288.13	125.33	288.13	271.07	107.54	271.07	271.07	107.00	271.07	288.13	123.40	288.13
$V_s < 4V_c$	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

## Armado requerido por diseño a corte

$A_{vmin}$	0.33		0.33		0.33		0.33		0.33			
$l_o$ [m]	1.20	3.10	1.20	1.20	3.10	1.20	1.20	3.10	1.20	3.10	1.20	
$s$ [cm]	12.00	24.00	12.00	12.00	24.00	12.00	12.00	24.00	12.00	24.00	12.00	
$A_{vneq}$ [cm <sup>2</sup> ]	1.52	1.33	1.52	1.43	1.14	1.43	1.43	1.13	1.43	1.52	1.31	1.52
# ramas	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

## Armado transversal final (incluye refuerzo por confinamiento)

2 ramas $\phi 10$ @ 12cm en $l_o=1.2$ m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 12cm en $l_o=1.2$ m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 12cm en $l_o=1.2$ m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 12cm en $l_o=1.2$ m en extremos
2 ramas $\phi 10$ @ 24cm en $l=3.1$ m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 24cm en $l=3.1$ m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 24cm en $l=3.1$ m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 24cm en $l=3.1$ m al centro





<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+9.75
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> Apéndice C

## DISEÑO POR CORTE

Acerca de...

<b>Datos geométricos</b>	<b>Factor de reducción de resistencia</b>	<b>Armado preferente a corte</b>
$s_{máx} = 11.00$ cm	$\phi_c = 0.85$	$s_o$ (cm) 10.00
	<b>Factor de resistencia del refuerzo</b>	$\phi$ (mm) 10
	$\alpha = 1.25$	

## Momentos probables [kN.m]

Mpr	354.96	354.96	354.96	354.96	354.96	354.96	354.96	354.96
	139.92	139.92	139.92	139.92	139.92	139.92	139.92	139.92
Vpr	89.98		89.98		89.98		89.98	

## Solicitaciones a corte [kN]

D	-71.0	67.0	-68.7	69.3	-69.3	68.7	-67.0	71.0
L	-18.5	17.3	-17.8	18.0	-18.0	17.8	-17.3	18.5
E	53.2		51.1		51.1		53.2	
$V_{DHL}$	84.33		87.23		86.52		89.42	
$V_{U_{DHL}}$	179.40	142.71	179.40	177.21	145.62	177.21	177.21	144.91
	177.21	179.40	147.81	179.40	147.81	179.40	147.81	179.40
$V_{COMB1}$	123.25		127.51		126.47		130.73	
$V_{U_{COMB1}}$	220.70	167.05	220.70	217.49	171.31	217.49	170.27	217.49
	220.70	174.53	220.70	174.53	220.70	174.53	220.70	174.53

## Cortante resistente [kN]

$V_c$	0.00	117.75	0.00	0.00	117.75	0.00	0.00	117.75	0.00	0.00	117.75	0.00
$V_s$	211.06	78.78	211.06	208.48	83.79	208.48	208.48	82.56	208.48	211.06	87.57	211.06
$V_s < 4V_c$	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

## Armado requerido por diseño a corte

$A_{v_{min}}$	0.27		0.27		0.27		0.27					
$l_o$ [m]	1.00	3.50	1.00	1.00	3.50	1.00	1.00	3.50	1.00	1.00	3.50	1.00
$s$ [cm]	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00
$A_{v_{nec}}$ [cm <sup>2</sup> ]	1.14	0.85	1.14	1.13	0.91	1.13	1.13	0.89	1.13	1.14	0.95	1.14
# ramas	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

## Armado transversal final (incluye refuerzo por confinamiento)

2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en $l_o=1$ m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en $l_o=1$ m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en $l_o=1$ m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en $l_o=1$ m en extremos
2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en $l=3.5$ m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en $l=3.5$ m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en $l=3.5$ m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en $l=3.5$ m al centro

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> $\sigma_{\max}$ y $\sigma_{\min}$

CODIFICACIÓN DE COLORES	
<span style="color: green;">■</span>	Dato del programa: se pueden modificar
<span style="color: yellow;">■</span>	Resultado calculado: se recomienda no modificar
<span style="color: orange;">■</span>	Dato de código: consultar norma para modificar

DATOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	
Longitud en sentido x [m]	0.50
Longitud en sentido y [m]	0.50
Área bruta [cm <sup>2</sup> ]	2500.0

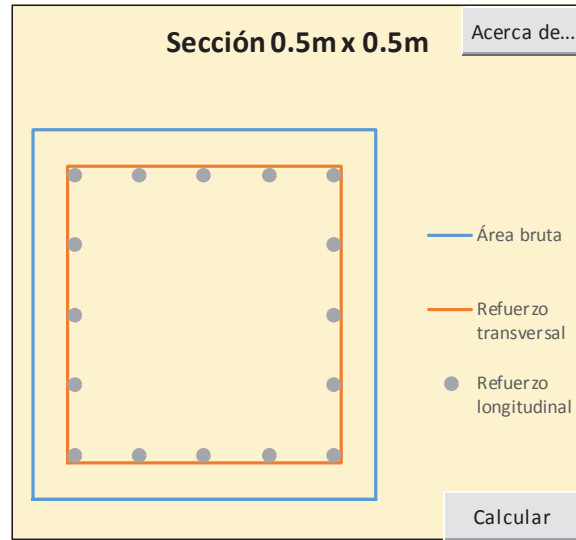
DETALLE DEL REFUERZO LONGITUDINAL	
Recubrimiento [m]	0.05
Diámetro del refuerzo [mm]	22
# varillas en dirección x	5
# varillas en dirección y	5
Área total de refuerzo [cm <sup>2</sup> ]	60.82
Porcentaje de refuerzo longitudinal [%]	2.43
Espaciamiento en dirección x [cm]	7.3
Espaciamiento en dirección y [cm]	7.3

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
f'c [Mpa]	28
$\beta$	0.85
Fy [Mpa]	420

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Secciones controladas por tracción	0.90
Secciones controladas por compresión	0.70

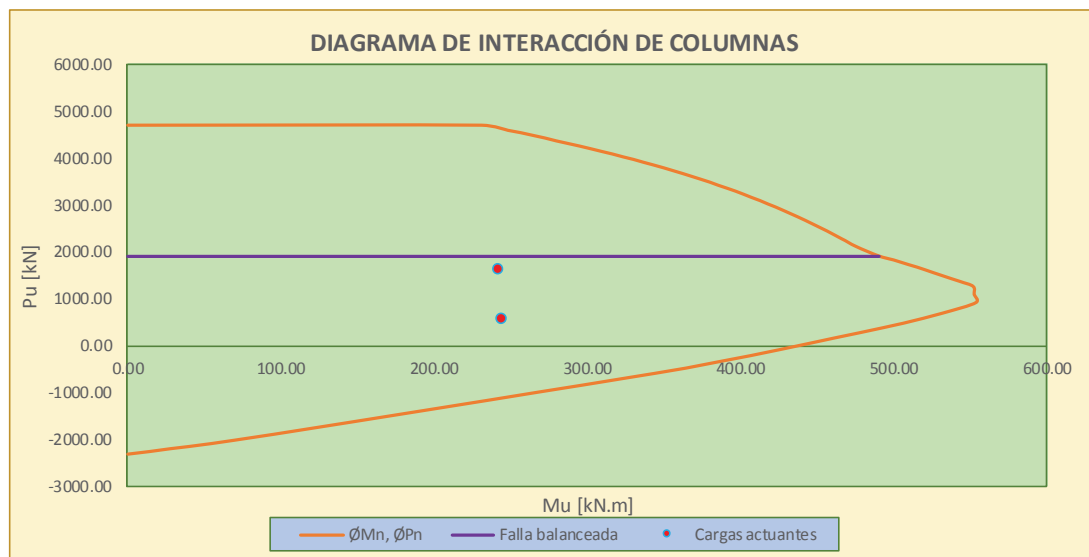
LIMITACIONES DE DISEÑO	
$\epsilon_c$ máxima a compresión (hormigón)	0.003
$\epsilon_s$ límite a compresión (acero)	0.002
$\epsilon_s$ límite a tracción (acero)	0.005
Factor por excentricidad accidental	0.80

LÍMITES DEL FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Fuerzas	
Deformación unitaria del acero	



CUADRO AUXILIAR DE CÁLCULO MOMENTO RESULTANTE		
Mu x-x [kN]	Mu y-y [kN]	Mu [kN]
0.00	0.00	0.00
$\alpha$ [°]		0.00

SOLICITACIONES (RESIT. REQUERIDA)		2
Cargas	Pu [kN]	Mu [kN]
Carga 1	1636.61	241.64
Carga 2	594.24	244.13



<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> omáx y omín

ZONA DE FALLA FRÁGIL					
c [cm]	Pi [kN]	Mi [kN.m]	$\phi$	$\phi Pi$ [kN]	$\phi Mi$ [kN.m]
27.47	3017.41	679.72	0.70	2112.18	475.81
28.60	3252.52	666.31	0.70	2276.77	466.41
29.72	3478.46	652.91	0.70	2434.92	457.04
30.85	3696.21	639.42	0.70	2587.35	447.59
31.98	3906.65	625.73	0.70	2734.66	438.01
33.11	4110.53	611.74	0.70	2877.37	428.22
34.24	4308.49	597.38	0.70	3015.94	418.17
35.36	4501.10	582.58	0.70	3150.77	407.81
36.49	4688.86	567.28	0.70	3282.20	397.10
37.62	4872.20	551.43	0.70	3410.54	386.00
38.75	5051.51	534.97	0.70	3536.06	374.48
39.88	5227.13	517.86	0.70	3658.99	362.50
41.00	5399.36	500.08	0.70	3779.55	350.06
42.13	5568.48	481.58	0.70	3897.94	337.11
43.26	5734.73	462.34	0.70	4014.31	323.64
44.39	5898.33	442.32	0.70	4128.83	309.63
45.52	6059.48	421.52	0.70	4241.64	295.06
46.64	6218.35	399.89	0.70	4352.85	279.92
47.77	6386.74	378.53	0.70	4470.72	264.97
48.90	6538.11	354.89	0.70	4576.67	248.42

COMPRESIÓN PURA	
Po [kN]	8359.74
$\phi Po$ [kN]	5851.82
Po máx [kN]	6687.79
$\phi Po$ máx [kN]	4681.45

CONDICIÓN BALANCEADA	
cb [cm]	26.34
Pb [kN]	2733.91
$\phi Pb$ [kN]	1913.74
Mb [kN.m]	700.50
$\phi Mb$ [kN.m]	490.35

ZONA DE FALLA DÚCTIL					
c [cm]	Pi [kN]	Mi [kN.m]	$\phi$	$\phi Pi$ [kN]	$\phi Mi$ [kN.m]
25.09	2542.10	698.06	0.72	1821.84	500.27
23.83	2343.45	694.42	0.74	1722.64	510.46
22.58	2136.82	689.63	0.76	1614.49	521.05
21.32	1920.81	683.71	0.78	1495.22	532.22
20.07	1701.24	675.98	0.80	1368.08	543.60
18.81	1512.92	663.00	0.83	1260.77	552.50
17.56	1261.79	638.14	0.87	1093.55	553.05
16.31	1023.42	615.98	0.90	921.08	554.39
15.05	766.46	591.03	0.90	689.82	531.93
13.80	536.93	562.88	0.90	483.24	506.59
12.54	308.23	530.97	0.90	277.41	477.88
11.29	56.90	494.52	0.90	51.21	445.07
10.03	-225.55	452.32	0.90	-202.99	407.09
8.78	-520.02	405.55	0.90	-468.02	364.99
7.53	-778.94	357.67	0.90	-701.05	321.90
6.27	-1090.69	298.45	0.90	-981.62	268.60
5.02	-1494.86	220.41	0.90	-1345.38	198.36
3.76	-2083.91	106.07	0.90	-1875.52	95.46
2.51	-2300.75	60.73	0.90	-2070.67	54.66
1.25	-2427.62	31.04	0.90	-2184.86	27.94

FLEXIÓN PURA	
c [cm]	11.02
M [kN.m]	486.11
$\phi M$ [kN.m]	437.50

TRACCIÓN PURA	
Pt [kN]	-2554.49
$\phi Pt$ [kN]	-2299.04

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> omáx y omín

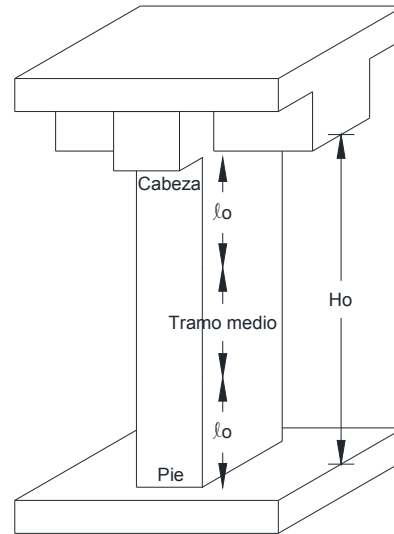
CODIFICACIÓN DE COLORES	
<span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	Dato del programa: se pueden modificar
<span style="background-color: #FFFF00; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	Resultado calculado: se recomienda no modificar
<span style="background-color: #FFA500; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	Dato de código: consultar norma para modificar

DATOS DEL ELEMENTO	
Luz libre o altura libre, Ho [m]	2.65

DETALLE DEL REFUERZO TRANSVERSAL	
Diámetro del refuerzo [mm]	10

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Corte	0.85

FUERZAS DE DISEÑO	
Mb x-x [kN.m]	490.35
Mb y-y [kN.m]	490.35
Tolerancia máx (req/disp) [- %]	5.00

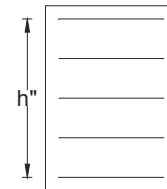


#### LÍMITES DE ESPACIAMIENTO Y ARMADO

Cabeza y pie	b [cm]	h [cm]	Ho/6 [cm]	mín [cm]	l0 [cm]
	50.0	50.0	44.2	45.0	50.0
	b/4 [cm]	h/4 [cm]	6 $\phi$ c [cm]	s0 [cm]	s <sub>máx</sub> [cm]
	12.5	12.5	13.2	16.8	12.5
Tramo medio	6 $\phi$ c [cm]	máx [cm]	s <sub>máx</sub> [cm]		
	13.2	15.0	13.2		

#### RAMAS EN SENTIDO X

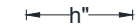
Confinamiento	s [cm]	h" [cm]	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Ash [cm <sup>2</sup> ]
		12.5	42.0	4.38	3.15
Corte	Vu [kN]	Vc [kN]	Vs [kN]	Vs < 4Vc	Vu ≤ $\phi$ Vc + $\phi$ Vs
	370.07	202.40	232.98	OK	OK
	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Av calc [cm <sup>2</sup> ]	Av req [cm <sup>2</sup> ]	Av/s [cm <sup>2</sup> /cm]
	4.38	3.15	1.58	4.38	<b>0.35</b>



Sentido X

#### RAMAS EN SENTIDO Y

Confinamiento	s [cm]	h" [cm]	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Ash [cm <sup>2</sup> ]
		12.5	42.0	4.38	3.15
Corte	Vu [kN]	Vc [kN]	Vs [kN]	Vs < 4Vc	Vu ≤ $\phi$ Vc + $\phi$ Vs
	370.1	202.40	232.98	OK	OK
	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Av calc [cm <sup>2</sup> ]	Av req [cm <sup>2</sup> ]	Av/s [cm <sup>2</sup> /cm]
	4.38	3.15	1.58	4.38	<b>0.35</b>



Sentido Y

#### ARMADO REQUERIDO

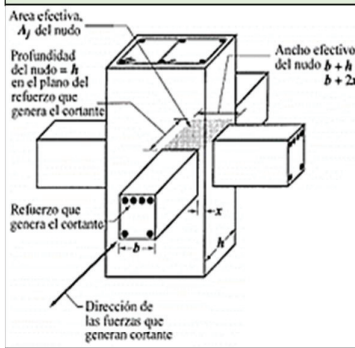
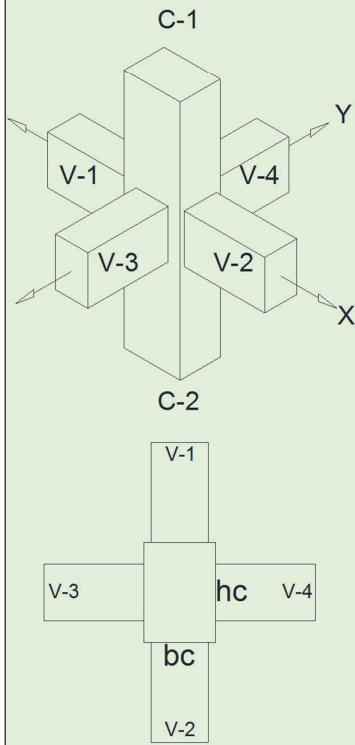
Cabeza y pie	Sentido	s [cm]	Ramales	Av/s [cm <sup>2</sup> /cm]	Diseño
	x	10.0	5.00	<b>0.39</b>	5 ramas @ 10 cm el l0=50 cm
y	10.0	5.00	<b>0.39</b>	5 ramas @ 10 cm el l0=50 cm	
Tramo medio	Sentido	s [cm]	Ramales	Av/s [cm <sup>2</sup> /cm]	Diseño
	x	10.0	5.00	0.39	5 ramas @ 10 cm
y	10.0	5.00	0.39	5 ramas @ 10 cm	

VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE ESTAS NORMAS	
ACI 318S-11: 7.10.5.3	Estribos

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS INTERIORES**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
$\alpha$	1.25	
$\phi$ corte	0.85	
Recub [m]	0.04	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	$\phi$ 1	#	$\phi$ 2	#	$\phi$ 1	#	$\phi$ 2	
V-1	0.35	0.60	0.54	2	22	4	20	2	20	1	20	OK
V-2	0.35	0.60	0.54	2	22	4	20	2	20	1	20	
V-3	0.35	0.60	0.54	2	22	4	20	2	20	1	20	
V-4	0.35	0.60	0.54	2	22	4	20	2	20	1	20	

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	$\phi$ estribo [mm]
				#	$\phi$ 1	#	$\phi$ 2			
C-1	0.50	0.50	2.65	16	22			60.82	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.65	16	22			60.82		

**Resistencia al cortante horizontal**

*Chequeo de confinamiento por vigas*

Viga	bv [m]	bc [m]	bv > 0.75 bc	$\gamma$
V-1	0.35	0.50	No cumple	1.20
V-2	0.35	0.50	No cumple	
V-3	0.35	0.50	No cumple	
V-4	0.35	0.50	No cumple	

*Corte actuante Vj*

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
	2	9.42	494.8	252.50		
Y	1	20.17	1058.9	504.49	232.92	1320.75
	2	9.42	494.8	252.50		

*Corte resistente  $\phi Vn$*

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	$\phi Vn$ [kN]	$\phi Vn \geq Vj$
	0.08	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
Y	0.08	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
	0.08	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	$\phi Vn \geq Vjv$
X	1584.9	hv > hc
	1584.9	hv > hc
Y	1584.9	hv > hc
	1584.9	hv > hc

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	$\Sigma Mv$	Mo	$\Sigma Mc$	$\Sigma Mc \geq 1.2 \Sigma Mv$
	inf	9.42	204.35				
Y	sup	30.17	587.86	792.2	508.3	1016.7	R=1.3 Cumple
	inf	9.42	204.35				

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20 $\phi v$ [m]	20 $\phi c$ [m]	Peralte [m]	hc $\geq$ 20 $\phi v$ hv $\geq$ 20 $\phi c$
V-1	-	0.44	0.60	Cumple
V-2	-	0.44	0.60	Cumple
V-3	-	0.44	0.60	Cumple
V-4	-	0.44	0.60	Cumple
C-1,2 X	0.44	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.44	-	0.50	Cumple

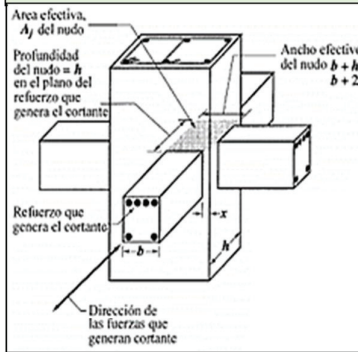
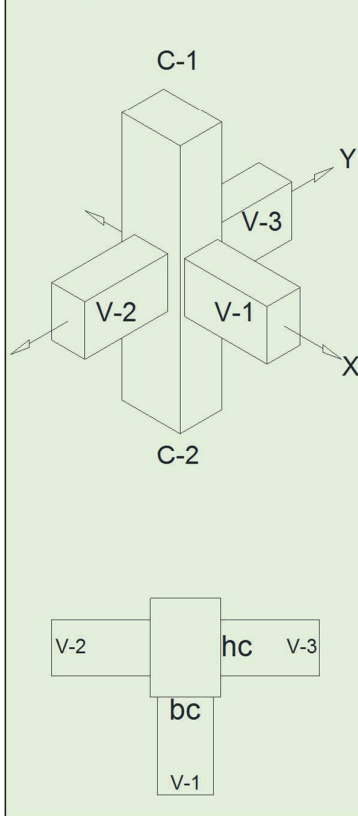
**Refuerzo de confinamiento**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
			3.08					
Y	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas $\phi$ @ 10 cm	OK
			3.08					

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS EXTERIORES**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
$\alpha$	1.25	
$\phi$ corte	0.85	
Recub [m]	0.04	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	
V-1	0.35	0.60	0.54	2	22	4	20	2	20	1	20	OK
V-2	0.40	0.60	0.54	2	22	4	20	2	20	1	20	OK
V-3	0.40	0.60	0.54	2	22	4	20	2	20	1	20	OK

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	$\phi$ estribo [mm]
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$			
C-1	0.50	0.50	2.65	16	22			60.82	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.65	16	22			60.82		

**Resistencia al cortante horizontal**

*Chequeo de confinamiento por vigas*

Viga	bv [m]	bc [m]	bv > 0.75 bc	$\gamma$
V-1	0.35	0.50	No cumple	1.20
V-2	0.40	0.50	OK	
V-3	0.40	0.50	OK	

*Corte actuante Vj*

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
Y	1	20.17	1058.87	512.90	236.07	1317.60
	2	9.42	494.80	254.33		

*Corte resistente  $\phi Vn$*

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	$\phi Vn$ [kN]	$\phi Vn \geq Vj$
X	0.08	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
	0.05	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
Y	0.05	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	$\phi Vn \geq Vjv$
X	1084.4	OK
Y	1581.1	hv > hc
	1581.1	hv > hc

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	$\Sigma Mv$	Mo	$\Sigma Mc$	$\Sigma Mc \geq 1.2 \Sigma Mv$
X	sup	30.17	587.86	587.86	508.34	1016.7	R=1.7 Cumple
	inf	9.42	205.52	805.43	508.34	1016.7	R=1.3 Cumple

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20 $\phi v$ [m]	20 $\phi c$ [m]	Peralte [m]	hc $\geq$ 20 $\phi v$ hv $\geq$ 20 $\phi c$
V-1	-	0.44	0.60	Cumple
V-2	-	0.44	0.60	Cumple
V-3	-	0.44	0.60	Cumple
C-1,2 X	0.44	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.44	-	0.50	Cumple

**Refuerzo de confinamiento**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
X	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas $\phi$ 10 @ 10 cm	OK
			3.08					
Y	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas $\phi$ 10 @ 10 cm	OK
			3.08					

**Anclaje**

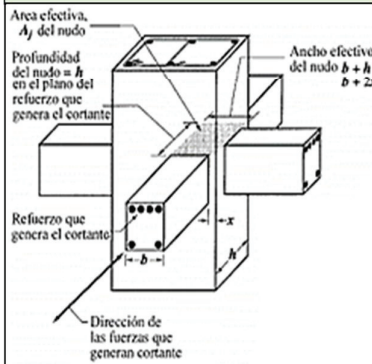
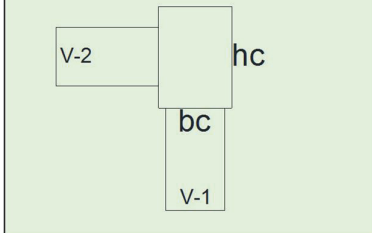
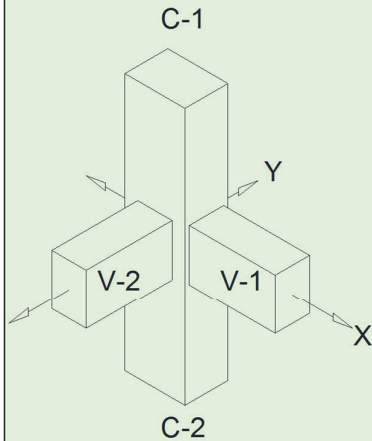
Sentido	ldh req [cm]	ldh disp [cm]	Observación
X	32.3	42.8	Cumple



<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS ESQUINEROS**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
α	1.40	
φ corte	0.85	
Recub [m]	0.04	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	φ1	#	φ2	#	φ1	#	φ2	
V-1	0.40	0.60	0.54	2	22	4	20	2	20	2	20	OK
V-2	0.40	0.60	0.54	2	22	4	20	2	20	2	20	OK

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	φ estribo [mm]
				#	φ1	#	φ2			
C-1	0.50	0.50	2.65	16	22			60.82	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.65	16	22			60.82	OK	10

**Resistencia al cortante horizontal**

Corte actuante Vj

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
X	1	20.17	1185.9	566.54	174.32	1011.62
Y	1	20.17	1185.9	566.54	174.32	1011.62

Corte resistente φ Vn

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	φVn [kN]	φVn ≥ Vj
X	0.05	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
Y	0.05	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	φVn ≥ Vjv
X	1213.9	hv > hc
Y	1213.9	hv > hc

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	ΣMv	Mo	ΣMc	ΣMc ≥ 1.2 ΣMv
X	sup	30.17	599.91	599.9	508.3	1016.7	R=1.7 Cumple
Y	sup	30.17	599.91	599.9	508.3	1016.7	R=1.7 Cumple

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20φv [m]	20φc [m]	Peralte [m]	hc ≥ 20φv	hv ≥ 20φc
V-1	-	0.44	0.60	Cumple	
V-2	-	0.44	0.60	Cumple	
C-1,2 X	0.44	-	0.50	Cumple	
C-1,2 Y	0.44	-	0.50	Cumple	

**Reinforcement de confinamiento**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
X	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas φ 10 @ 10 cm	OK
			3.08					
Y	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas φ 10 @ 10 cm	OK
			3.08					

**Anclaje**

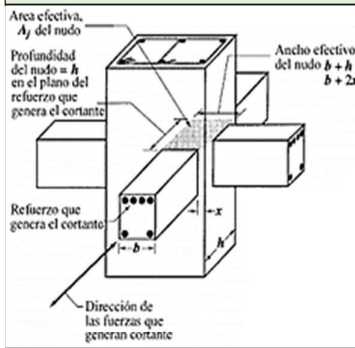
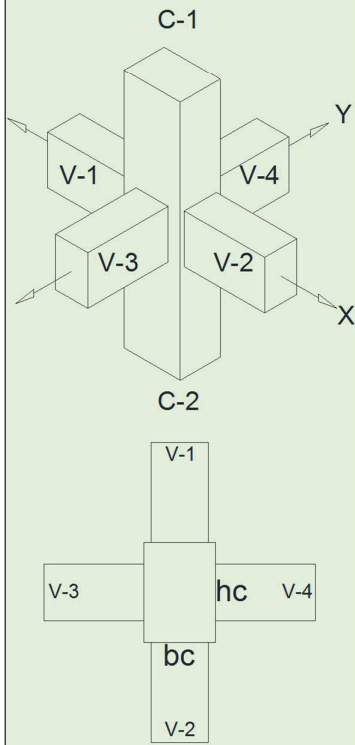
Sentido	ldh req [cm]	ldh disp [cm]	Observación
X	32.3	41.0	Cumple
Y	17.6	41.0	Cumple



<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+9.75
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS INTERIORES**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
$\alpha$	1.25	
$\phi$ corte	0.85	
Recub [m]	0.04	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	$\phi$ 1	#	$\phi$ 2	#	$\phi$ 1	#	$\phi$ 2	
V-1	0.35	0.50	0.44	2	22	3	20	2	20		OK	
V-2	0.35	0.50	0.44	2	22	3	20	2	20			
V-3	0.35	0.50	0.44	2	22	3	20	2	20			
V-4	0.35	0.50	0.44	2	22	3	20	2	20			

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	$\phi$ estribo [mm]
				#	$\phi$ 1	#	$\phi$ 2			
C-1	0.50	0.50	2.75	16	22			60.82	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.65	16	22			60.82		

**Resistencia al cortante horizontal**

*Chequeo de confinamiento por vigas*

Viga	bv [m]	bc [m]	bv > 0.75 bc	$\gamma$
V-1	0.35	0.50	No cumple	1.20
V-2	0.35	0.50	No cumple	
V-3	0.35	0.50	No cumple	
V-4	0.35	0.50	No cumple	

*Corte actuante Vj*

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
	2	6.28	329.87	138.61		
Y	1	17.03	893.94	345.37	151.24	1072.56
	2	6.28	329.87	138.61		

*Corte resistente  $\phi Vn$*

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	$\phi Vn$ [kN]	$\phi Vn \geq Vj$
	0.08	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
Y	0.08	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
	0.08	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	$\phi Vn \geq Vjv$
X	1072.6	OK
	1072.6	OK
Y	1072.6	OK
	1072.6	OK

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	$\Sigma Mv$	Mo	$\Sigma Mc$	$\Sigma Mc \geq 1.2 \Sigma Mv$
	inf	6.28	111.93				
Y	sup	27.03	422.12	534.1	508.3	1016.7	R=1.9 Cumple
	inf	6.28	111.93				

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20 $\phi v$ [m]	20 $\phi c$ [m]	Peralte [m]	hc $\geq$ 20 $\phi v$ hv $\geq$ 20 $\phi c$
V-1	-	0.44	0.50	Cumple
V-2	-	0.44	0.50	Cumple
V-3	-	0.44	0.50	Cumple
V-4	-	0.44	0.50	Cumple
C-1,2 X	0.44	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.44	-	0.50	Cumple

**Refuerzo de confinamiento**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
			3.08					
Y	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas $\phi$ @ 10 cm	OK
			3.08					

PROYECTO: Edificio 4P, 1S aporticado  
UBICACIÓN: Esmeraldas

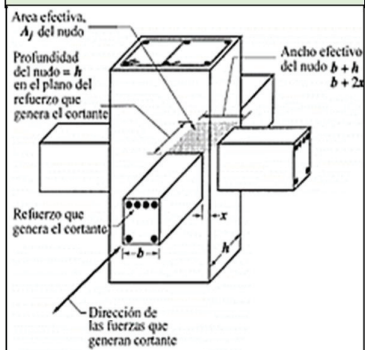
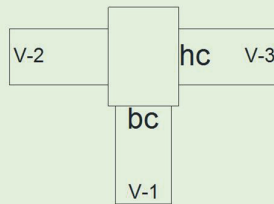
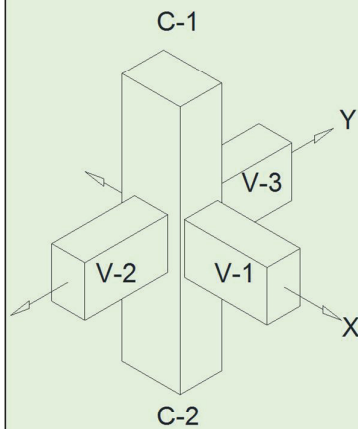
CODIGO SÍSMICO: NEC  
CODIGO AUXILIAR: ACI 318S-11

NIVEL ANALIZADO: N+9.75  
OBSERVACIONES:

### NUDOS EXTERIORES

f'c [Mpa] 28  
Fy [Mpa] 420  
 $\alpha$  1.25  
 $\phi$  corte 0.85  
Recub [m] 0.04

Acerca de...



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	
V-1	0.35	0.50	0.44	2	22	2	20	3	18		OK	
V-2	0.35	0.50	0.44	2	22	2	20	3	18		OK	
V-3	0.35	0.50	0.44	2	22	2	20	3	18		OK	

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	$\phi$ estribo [mm]
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$			
C-1	0.50	0.50	2.75	16	22			60.82		
C-2	0.50	0.50	2.65	16	22			60.82	OK	10

### Resistencia al cortante horizontal

#### Chequeo de confinamiento por vigas

Viga	bv [m]	bc [m]	bv > 0.75 bc	$\gamma$
V-1	0.35	0.50	No cumple	1.00
V-2	0.35	0.50	No cumple	
V-3	0.35	0.50	No cumple	

#### Corte actuante Vj

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
Y	1	13.89	729.01	288.86	142.37	987.43
	2	7.63	400.79	166.71		

#### Corte resistente $\phi Vn$

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	$\phi Vn$ [kN]	$\phi Vn \geq Vj$
X	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
Y	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK

### Resistencia al cortante vertical

Sentido	Vjv [kN]	$\phi Vn \geq Vjv$
X	638.7	OK
	987.4	OK
Y	987.4	OK
	987.4	OK

### Columna fuerte viga débil

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	$\Sigma Mv$	Mo	$\Sigma Mc$	$\Sigma Mc \geq 1.2 \Sigma Mv$
X	sup	23.89	381.00	381.00	508.34	1016.7	R=2.7 Cumple
	inf	7.63	111.93				
Y	sup	23.89	422.12	534.05	508.34	1016.7	R=1.9 Cumple
	inf	7.63	111.93				

### Control de deterioro de adherencia

Elem	20 $\phi v$ [m]	20 $\phi c$ [m]	Peralte [m]	hc $\geq$ 20 $\phi v$ hv $\geq$ 20 $\phi c$
V-1	-	0.44	0.50	Cumple
V-2	-	0.44	0.50	Cumple
V-3	-	0.44	0.50	Cumple
C-1,2 X	0.44	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.44	-	0.50	Cumple

### Refuerzo de confinamiento

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
X	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas $\phi$ 10 @ 10 cm	OK
			3.08					
Y	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas $\phi$ 10 @ 10 cm	OK
			3.08					

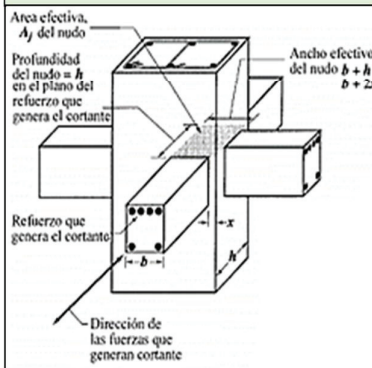
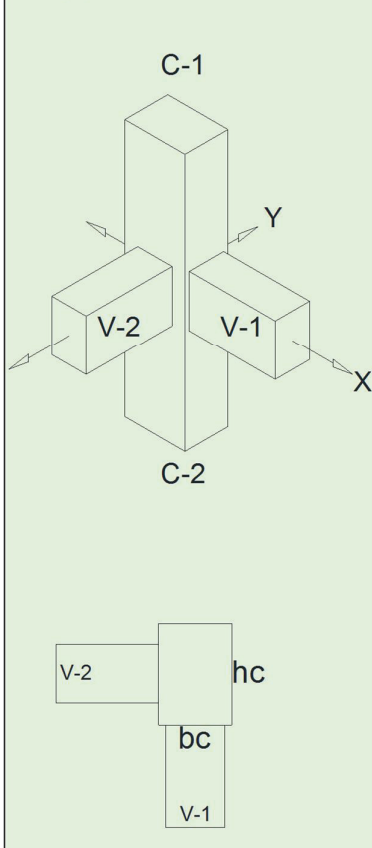
### Anclaje

Sentido	ldh req [cm]	ldh disp [cm]	Observación
X	32.3	42.8	Cumple

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+9.75
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS ESQUINEROS**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
α	1.25	
φ corte	0.85	
Recub [m]	0.04	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	φ1	#	φ2	#	φ1	#	φ2	
V-1	0.35	0.50	0.44	3	20	2	20	3	18			OK
V-2	0.35	0.50	0.44	3	20	2	20	3	18			OK

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	φ estribo [mm]
				#	φ1	#	φ2			
C-1	0.50	0.50	2.75	16	22			60.82	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.65	16	22			60.82	OK	10

**Resistencia al cortante horizontal**

Corte actuante  $V_j$

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
X	1	15.71	824.67	322.03	100.64	724.03
Y	1	15.71	824.67	322.03	100.64	724.03

Corte resistente  $\phi V_n$

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	φVn [kN]	φVn ≥ Vj
X	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
Y	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	φVn ≥ Vjv
X	724.0	OK
Y	724.0	OK

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	ΣMv	Mo	ΣMc	ΣMc ≥ 1.2 ΣMv
X	sup	25.71	405.11	405.1	508.3	1016.7	R=2.5 Cumple
Y	sup	25.71	405.11	405.1	508.3	1016.7	R=2.5 Cumple

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20φv [m]	20φc [m]	Peralte [m]	hc ≥ 20φv hv ≥ 20φc
V-1	-	0.44	0.50	Cumple
V-2	-	0.44	0.50	Cumple
C-1,2 X	0.4	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.4	-	0.50	Cumple

**Reinforcement de confinamiento**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
X	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas φ 10 @ 10 cm	OK
			3.08					
Y	12.5	41.0	4.28	5.4	5	10	5 ramas φ 10 @ 10 cm	OK
			3.08					

**Anclaje**

Sentido	ldh req [cm]	ldh disp [cm]	Observación
X	32.3	41.0	Cumple
Y	17.6	41.0	Cumple

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> cimentación
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b> Internas

DATOS DE LA COLUMNA	
Longitud en sentido x, Lx [m]	0.50
Longitud en sentido y, Ly [m]	0.50

DATOS DEL SUELO	
$\sigma_{neto}$ [kPa]	200.00

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Corte	0.85
Flexión	0.90

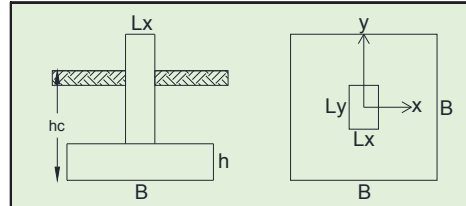
DATOS DE LA ZAPATA	
f'c [Mpa]	21
Fy [Mpa]	420
Recubrimiento [m]	0.05
Ubicación	Interior
$\beta$	0.85
Área requerida de zapata [m <sup>2</sup> ]	9.61
Longitud de base, B [m]	3.10
Área de diseño de zapata [m <sup>2</sup> ]	9.61

ESFUERZOS TRANSMITIDOS	
$\sigma_1$ [kPa]	211.21
$\sigma_2$ [kPa]	195.26
$\sigma_3$ [kPa]	194.94
$\sigma_4$ [kPa]	179.00

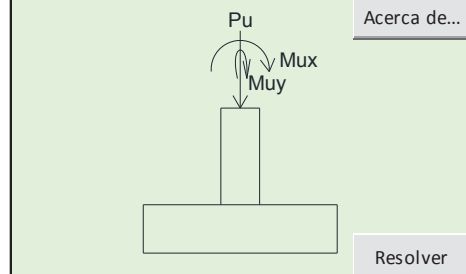
DISEÑO A CORTE	
Altura de zapata, h [m]	0.60
Vu [kN]	702.12
$\phi Vc$ [kN]	1067.44
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido x	OK
Vu [kN]	684.24
$\phi Vc$ [kN]	1108.49
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido y	OK

DISEÑO POR PUNZONAMIENTO	
bo [m]	4.40
Ao [m]	1.06
Vu [kN]	2431.45
$\phi Vc$ [kN]	2807.34
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido x	OK

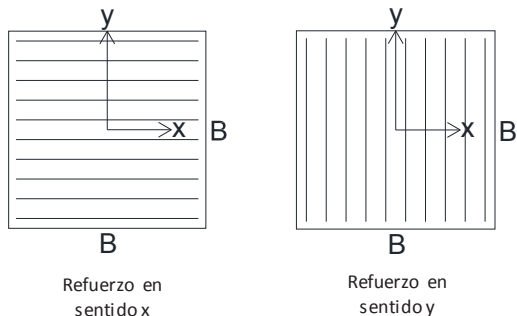
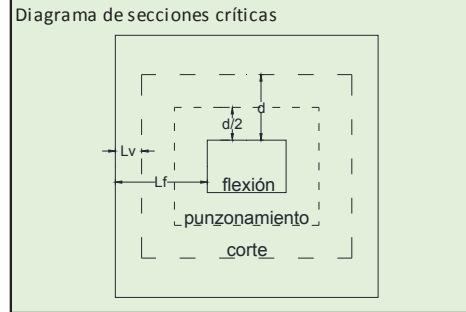
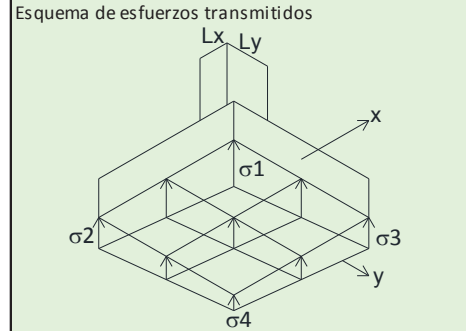
DISEÑO POR FLEXIÓN	
Mu [kN]	169.49
As nec x [cm <sup>2</sup> /m]	17.33
Diámetro del refuerzo en sentido x [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido x [m]	0.15
Mu [kN]	0.09
As nec y [cm <sup>2</sup> /m]	18.00
Diámetro del refuerzo en sentido y [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido y [m]	0.14



SOLICITACIONES DE SERVICIO (CARGAS SIN MAYORAR)			
Carga	P [kN]	M x-x [kN.m]	M y-y [kN.m]
Muerta	1514.21	0.02	0.00
Viva	360.74	0.01	0.00
Sismo	0.00	40.35	39.58



SOLICITACIONES ÚLTIMAS (CARGAS MAYORADAS)			
Carga	P	M x-x	M y-y
Combinación	2733.14	40.34	39.58



RESUMEN DE DISEÑO	
Zapata cuadrada de 3.1 m x 3.1 m x 0.6 m	
21 $\phi 18$ @ 15 cm en el sentido x	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 17.24	
22 $\phi 18$ @ 14 cm en el sentido y	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 18.06	

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> cimentación
<b>UBICACIÓN:</b> Esmeraldas	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b> Externas y esquinas

DATOS DE LA COLUMNA	
Longitud en sentido x, Lx [m]	0.50
Longitud en sentido y, Ly [m]	0.50

DATOS DEL SUELO	
$\sigma_{neto}$ [kPa]	200.00

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Corte	0.85
Flexión	0.90

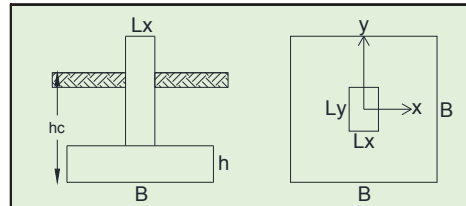
DATOS DE LA ZAPATA	
f'c [Mpa]	21
Fy [Mpa]	420
Recubrimiento [m]	0.05
Ubicación	Interior
$\beta$	0.85
Área requerida de zapata [m <sup>2</sup> ]	5.76
Longitud de base, B [m]	2.40
Área de diseño de zapata [m <sup>2</sup> ]	5.76

ESFUERZOS TRANSMITIDOS	
$\sigma_1$ [kPa]	235.00
$\sigma_2$ [kPa]	199.64
$\sigma_3$ [kPa]	213.90
$\sigma_4$ [kPa]	178.53

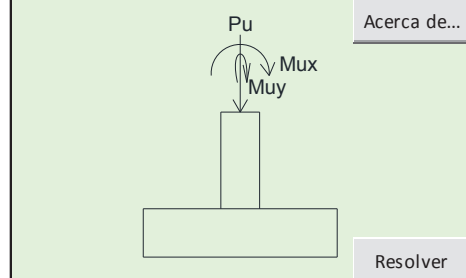
DISEÑO A CORTE	
Altura de zapata, h [m]	0.45
Vu [kN]	429.16
$\phi Vc$ [kN]	588.02
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido x	OK
Vu [kN]	414.56
$\phi Vc$ [kN]	619.80
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido y	OK

DISEÑO POR PUNZONAMIENTO	
bo [m]	3.80
Ao [m]	0.77
Vu [kN]	1469.52
$\phi Vc$ [kN]	1719.88
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido x	OK

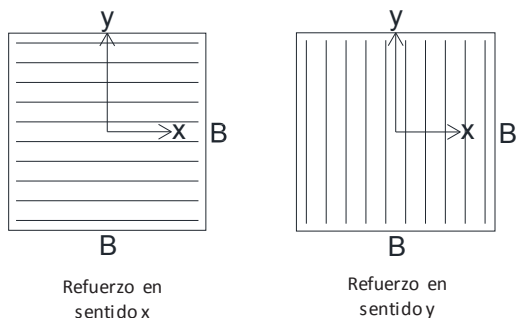
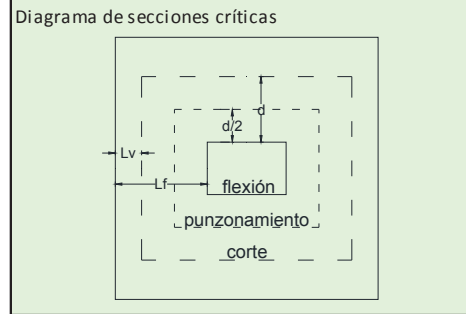
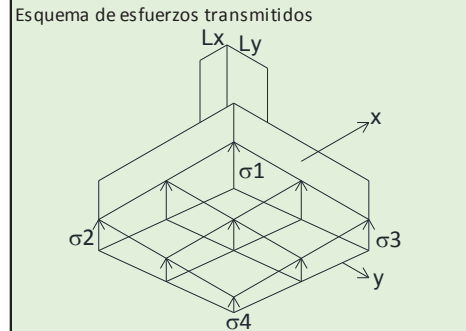
DISEÑO POR FLEXIÓN	
Mu [kN]	95.41
As nec x [cm <sup>2</sup> /m]	12.33
Diámetro del refuerzo en sentido x [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido x [m]	0.21
Mu [kN]	0.88
As nec y [cm <sup>2</sup> /m]	13.00
Diámetro del refuerzo en sentido y [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido y [m]	0.20



SOLICITACIONES DE SERVICIO (CARGAS SIN MAYORAR)			
Carga	P [kN]	M x-x [kN.m]	M y-y [kN.m]
Muerta	962.32	-9.19	-0.16
Viva	206.17	-2.41	-0.05
Sismo	22.50	35.90	40.95



SOLICITACIONES ÚLTIMAS (CARGAS MAYORADAS)			
Carga	P	M x-x	M y-y
Combinación	1697.74	48.62	41.19



RESUMEN DE DISEÑO	
Zapata cuadrada de 2.4 m x 2.4 m x 0.45 m	
12 Ø18 @ 21 cm en el sentido x	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 12.72	
12 Ø18 @ 20 cm en el sentido y	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 13.78	

**ANEXO No 4.**

**CÁLCULOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIO 4P, 1S  
UBICADO EN QUITO, USANDO FUERZAS SÍSMICAS  
CEC**

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CÓDIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+13.00
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CÓDIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b> Panel central

CODIFICACIÓN DE COLORES	
<span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #d9ead3; padding: 2px;"> </span>	Dato del programa: se pueden modificar
<span style="background-color: #fcf8e3; border: 1px solid #fcf8e3; padding: 2px;"> </span>	Resultado calculado: se recomienda no modificar
<span style="background-color: #f4cccc; border: 1px solid #f4cccc; padding: 2px;"> </span>	Dato de código: consultar norma para modificar

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Flexión sin carga axial	0.90
Corte	0.85

CARGAS DE SERVICIO UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS	
Código de diseño sísmico	CEC

CARGAS DE SERVICIO UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS	
Permanentes o muerta <b>D</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	6.43
No permanentes o viva <b>L</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	2.00

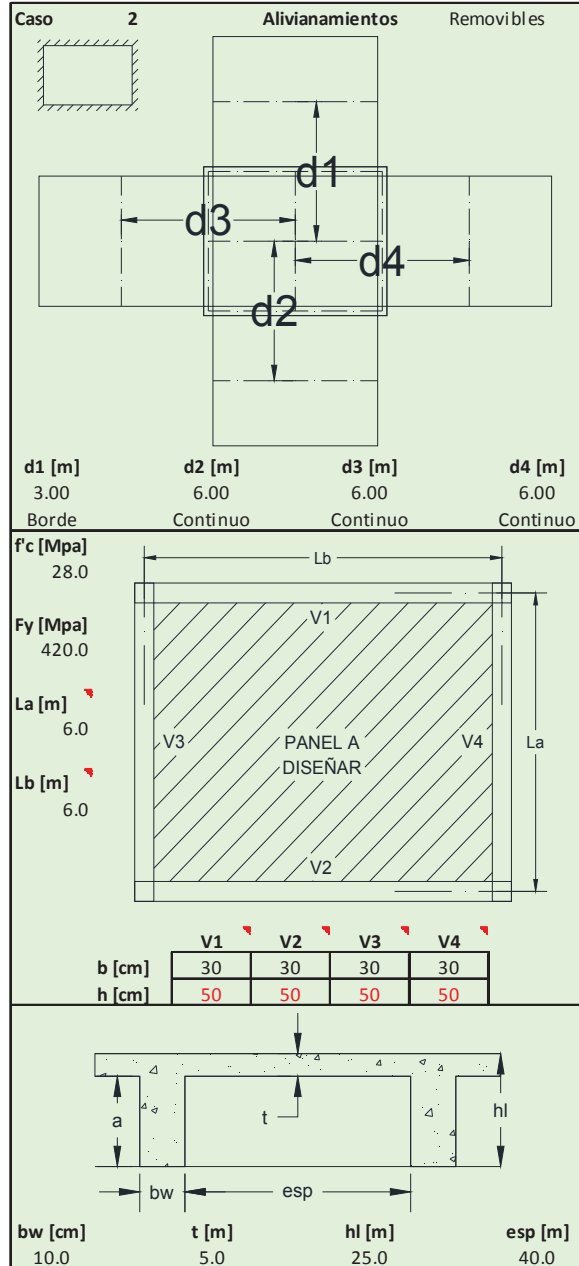
CARGAS FACTORIZADAS DISTRIBUIDAS	
Permanentes o muerta <b>D</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	9.00
No permanentes o viva <b>L</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	3.40
Carga factorizada total <b>D+L</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	12.40

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Sección de nervio típico "T" [cm <sup>2</sup> ]	450.00
Altura del centro de gravedad <b>Ycg</b> [cm]	16.94
Momento de inercia x-x <b>I<sub>x-x</sub></b> [cm <sup>4</sup> ]	24548.61
Peralte equivalente de la losa <b>h<sub>eq</sub></b> [cm]	18.06
Relación entre luz larga a corta $\beta$	1.00
$\alpha_m$	1.40
Recubrimiento [cm]	3.00

MÍNIMOS GEOMÉTRICOS DE LOSA	
Peralte mínimo requerido <b>h<sub>min</sub></b> [cm]	14.94
Ancho mínimo de nervadura <b>b<sub>w</sub></b> [cm]	10.00
Altura máxima de nervaduras <b>a</b> [cm]	35.00
Espac. máx. entre nervaduras <b>esp</b> [cm]	75.00
Espesor mín.loseta compresión <b>t</b> [cm]	5.00

COEFICIENTES EN SENTIDO CORTO	
Momento neg. carga total D+L [kN.m]	0.045
Momento pos. carga muerta D [kN.m]	0.018
Momento pos. por carga viva L [kN.m]	0.027
Corte por carga total D+L [kN]	0.500

COEFICIENTES EN SENTIDO LARGO	
Momento negativo carga total D+L	0.045
Momento positivo carga muerta D	0.018
Momento positivo por carga viva L	0.027
Corte por carga total D+L	0.500



DISEÑO A FLEXIÓN EN SENTIDO CORTO POR NERVIO							
Descripción de refuerzo	Posición	Mu [kN.m]	d [cm]	As [cm <sup>2</sup> ]	$\phi_s$ [mm]	#	Resumen de armado
Franja central	Sup. cont.	-9.07	21.00	1.20	14	1	1 $\phi$ 14 As= 1.54 cm <sup>2</sup>
	Inferior	+4.12	21.00	0.70	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>
	Sup. disc.	-1.37	21.00	0.70	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>

DISEÑO A FLEXIÓN EN SENTIDO LARGO POR NERVIO							
Descripción de refuerzo	Posición	Mu [kN.m]	d [cm]	As [cm <sup>2</sup> ]	$\phi_s$ [mm]	#	Resumen de armado
Franja central	Sup. cont.	-9.07	21.00	1.20	14	1	1 $\phi$ 14 As= 1.54 cm <sup>2</sup>
	Inferior	+4.12	19.50	0.65	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>
	Sup. disc.	-1.37	19.50	0.65	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>

DISEÑO A CORTE POR NERVIO						
Descripción de refuerzo	Vu <sub>crit</sub> [kN]	$\phi Vc$ [kN]	1ra evaluación	bw [cm]	$\phi Vc$ [kN]	2da evaluación
Cortante crítico	8.19	17.66	Sección OK	50.00	80.29	OK







<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> Apéndice C

## DISEÑO POR CORTE

Acerca de...

<b>Datos geométricos</b>	<b>Factor de reducción de resistencia</b>	<b>Armado preferente a corte</b>
$s_{máx} = 10.80$ cm	$\phi_c = 0.85$	$s_o$ (cm) 10.00
	<b>Factor de resistencia del refuerzo</b>	$\phi$ (mm) 10
	$\alpha = 1.25$	

## Momentos probables [kN.m]

Mpr	497.26	420.91	420.91	420.91	420.91	420.91	420.91	497.26
	279.38	211.88	211.88	211.88	211.88	211.88	211.88	279.38
Vpr	128.93		115.05		115.05		128.93	

## Solicitaciones a corte [kN]

D	-70.8	71.8	-71.2	71.4	-71.4	71.2	-71.8	70.8				
L	-17.8	17.9	-17.8	17.9	-17.9	17.8	-17.9	17.8				
E	58.9		51.3		51.3		58.9					
V <sub>DHL</sub>	89.77		89.34		89.03		88.60					
V <sub>UDHL</sub>	218.70	179.79	218.70	204.39	165.48	204.39	204.39	165.16	204.39	218.70	178.61	218.70
V <sub>COMB1</sub>	131.06		130.45		129.99		129.39					
V <sub>UCOMB1</sub>	259.99	203.17	259.99	245.50	188.68	245.50	245.50	188.22	245.50	259.99	201.49	259.99

## Cortante resistente [kN]

Vc	0.00	147.19	0.00	0.00	147.19	0.00	0.00	147.19	0.00	0.00	147.19	0.00
Vs	257.30	91.83	257.30	240.46	74.79	240.46	240.46	74.25	240.46	257.30	89.86	257.30
Vs < 4Vc	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

## Armado requerido por diseño a corte

A <sub>vmin</sub>	0.27		0.27		0.27		0.27					
l <sub>o</sub> [m]	1.20	3.10	1.20	1.20	3.10	1.20	1.20	3.10	1.20	1.20	3.10	1.20
s [cm]	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00
A <sub>vneq</sub> [cm <sup>2</sup> ]	1.11	0.80	1.11	1.04	0.65	1.04	1.04	0.64	1.04	1.11	0.78	1.11
# ramas	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

## Armado transversal final (incluye refuerzo por confinamiento)

2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en l=1.2 m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en l=1.2 m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en l=1.2 m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en l=1.2 m en extremos
2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en l=3.1 m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en l=3.1 m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en l=3.1 m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en l=3.1 m al centro



<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+9.75
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> Apéndice C

## DISEÑO POR CORTE

Acerca de...

<b>Datos geométricos</b>	<b>Factor de reducción de resistencia</b>	<b>Armado preferente a corte</b>
$s_{máx} = 10.80$ cm	$\phi_c = 0.85$	$s_o$ (cm) 10.00
	<b>Factor de resistencia del refuerzo</b>	$\phi$ (mm) 10
	$\alpha = 1.25$	

## Momentos probables [kN.m]

Mpr	333.00	272.50	272.50	272.50	272.50	272.50	272.50	333.00
	116.24	116.24	116.24	116.24	116.24	116.24	116.24	116.24
Vpr	81.68		70.68		70.68		81.68	

## Solicitaciones a corte [kN]

D	-69.1	65.6	-67.1	67.6	-67.6	67.1	-65.6	69.1
L	-18.4	17.4	-17.8	17.9	-17.9	17.8	-17.4	18.4
E	30.8		29.8		29.8		30.8	
$V_{DHL}$	82.92		85.50		84.95		87.53	
$V_{UdHL}$	169.21	133.61	169.21	156.18	125.19	156.18	124.64	156.18
$V_{COMB1}$	121.29		125.08		124.28		128.06	
$V_{UCOMB1}$	209.74	157.64	209.74	195.76	150.42	195.76	149.62	195.76

## Cortante resistente [kN]

$V_c$	103.22	103.22	103.22	103.22	103.22	103.22	103.22	103.22	103.22	103.22	103.22	
$V_s$	125.32	82.23	125.32	108.86	73.74	108.86	108.86	72.80	108.86	125.32	90.19	125.32
$V_s < 4V_c$	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

## Armado requerido por diseño a corte

$A_{vmin}$	0.23		0.23		0.23		0.23		0.23			
$l_o$ [m]	1.00	3.50	1.00	1.00	3.50	1.00	1.00	3.50	1.00	1.00	3.50	1.00
$s$ [cm]	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00
$A_{vneq}$ [cm <sup>2</sup> ]	0.66	0.87	0.66	0.58	0.78	0.58	0.58	0.77	0.58	0.66	0.95	0.66
# ramas	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

## Armado transversal final (incluye refuerzo por confinamiento)

2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en $l_o=1$ m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en $l_o=1$ m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en $l_o=1$ m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en $l_o=1$ m en extremos
2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en $l=3.5$ m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en $l=3.5$ m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en $l=3.5$ m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en $l=3.5$ m al centro

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> $\sigma_{\max}$ y $\sigma_{\min}$

CODIFICACIÓN DE COLORES	
<span style="color: green;">■</span>	Dato del programa: se pueden modificar
<span style="color: yellow;">■</span>	Resultado calculado: se recomienda no modificar
<span style="color: orange;">■</span>	Dato de código: consultar norma para modificar

DATOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	
Longitud en sentido x [m]	0.50
Longitud en sentido y [m]	0.50
Área bruta [cm <sup>2</sup> ]	2500.0

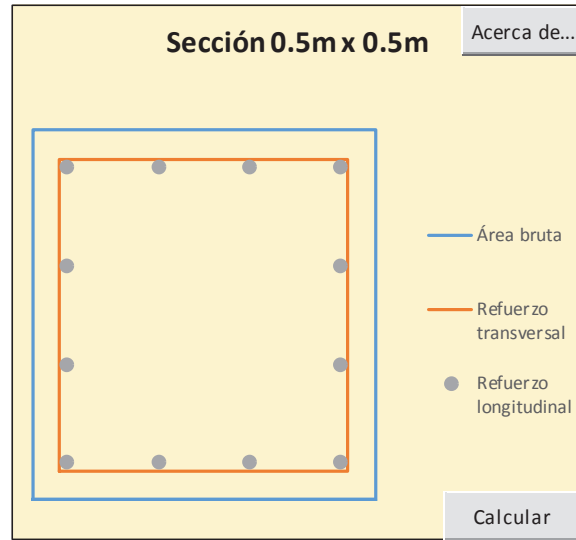
DETALLE DEL REFUERZO LONGITUDINAL	
Recubrimiento [m]	0.04
Diámetro del refuerzo [mm]	22
# varillas en dirección x	4
# varillas en dirección y	4
Área total de refuerzo [cm <sup>2</sup> ]	45.62
Porcentaje de refuerzo longitudinal [%]	1.82
Espaciamiento en dirección x [cm]	11.1
Espaciamiento en dirección y [cm]	11.1

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
f'c [Mpa]	28
$\beta$	0.85
Fy [Mpa]	420

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Secciones controladas por tracción	0.90
Secciones controladas por compresión	0.70

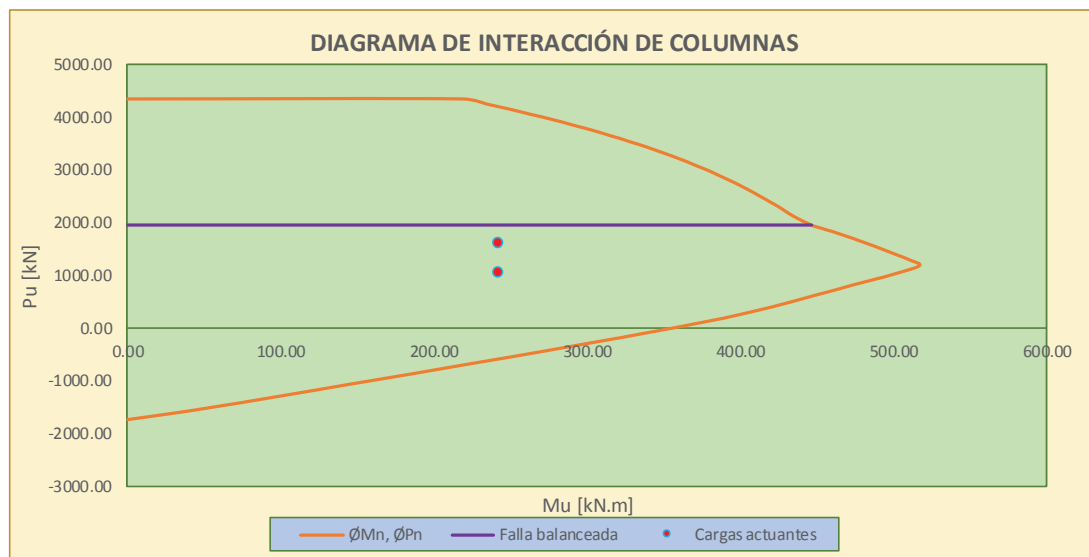
LIMITACIONES DE DISEÑO	
$\epsilon_c$ máxima a compresión (hormigón)	0.003
$\epsilon_s$ límite a compresión (acero)	0.002
$\epsilon_s$ límite a tracción (acero)	0.005
Factor por excentricidad accidental	0.80

LÍMITES DEL FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Fuerzas	
Deformación unitaria del acero	



CUADRO AUXILIAR DE CÁLCULO MOMENTO RESULTANTE		
Mu x-x [kN]	Mu y-y [kN]	Mu [kN]
0.00	0.00	0.00
$\alpha$ [°]		0.00

SOLICITACIONES (RESIT. REQUERIDA)		2
Cargas	Pu [kN]	Mu [kN]
Carga 1	1623.56	241.60
Carga 2	1076.20	241.60



<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> $\sigma_{\max}$ y $\sigma_{\min}$

ZONA DE FALLA FRÁGIL					
c [cm]	Pi [kN]	Mi [kN.m]	$\phi$	$\phi Pi$ [kN]	$\phi Mi$ [kN.m]
28.02	3022.17	621.79	0.70	2115.52	435.26
29.11	3216.43	611.22	0.70	2251.50	427.86
30.19	3404.62	600.46	0.70	2383.23	420.32
31.27	3587.36	589.42	0.70	2511.15	412.59
32.36	3765.20	578.02	0.70	2635.64	404.62
33.44	3938.62	566.21	0.70	2757.04	396.35
34.52	4108.03	553.93	0.70	2875.62	387.75
35.61	4273.81	541.13	0.70	2991.66	378.79
36.69	4436.26	527.76	0.70	3105.38	369.43
37.77	4595.68	513.79	0.70	3216.97	359.66
38.86	4752.32	499.19	0.70	3326.62	349.43
39.94	4906.40	483.92	0.70	3434.48	338.74
41.02	5058.14	467.96	0.70	3540.70	327.57
42.11	5207.71	451.27	0.70	3645.39	315.89
43.19	5355.27	433.85	0.70	3748.69	303.70
44.27	5500.97	415.67	0.70	3850.68	290.97
45.36	5644.94	396.71	0.70	3951.46	277.70
46.44	5787.31	376.96	0.70	4051.12	263.87
47.52	5928.19	356.40	0.70	4149.73	249.48
48.61	6067.67	335.01	0.70	4247.37	234.51

COMPRESIÓN PURA	
Po [kN]	7757.30
$\phi Po$ [kN]	5430.11
Po máx [kN]	6205.84
$\phi Po$ máx [kN]	4344.09

CONDICIÓN BALANCEADA	
cb [cm]	26.94
Pb [kN]	2790.68
$\phi Pb$ [kN]	1953.48
Mb [kN.m]	638.32
$\phi Mb$ [kN.m]	446.82

ZONA DE FALLA DÚCTIL					
c [cm]	Pi [kN]	Mi [kN.m]	$\phi$	$\phi Pi$ [kN]	$\phi Mi$ [kN.m]
25.66	2618.59	635.63	0.72	1876.65	455.54
24.37	2442.04	631.61	0.74	1795.11	464.29
23.09	2260.29	626.26	0.76	1707.78	473.17
21.81	2072.43	619.60	0.78	1613.24	482.32
20.53	1877.30	611.66	0.80	1509.67	491.88
19.24	1673.46	602.45	0.83	1394.55	502.05
17.96	1487.01	590.17	0.87	1288.75	511.48
16.68	1321.37	574.45	0.90	1189.23	517.00
15.39	1149.74	556.92	0.90	1034.77	501.23
14.11	914.48	526.32	0.90	823.03	473.69
12.83	692.38	498.23	0.90	623.14	448.41
11.55	449.75	466.40	0.90	404.78	419.76
10.26	219.80	432.66	0.90	197.82	389.40
8.98	25.27	397.94	0.90	22.74	358.15
7.70	-190.85	357.52	0.90	-171.76	321.77
6.41	-441.51	308.80	0.90	-397.36	277.92
5.13	-752.61	246.64	0.90	-677.35	221.98
3.85	-1184.62	159.00	0.90	-1066.16	143.10
2.57	-1656.35	62.05	0.90	-1490.71	55.85
1.28	-1786.11	31.73	0.90	-1607.50	28.56

FLEXIÓN PURA	
c [cm]	8.82
M [kN.m]	393.31
$\phi M$ [kN.m]	353.98

TRACCIÓN PURA	
Pt [kN]	-1915.87
$\phi Pt$ [kN]	-1724.28

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> omáx y omín

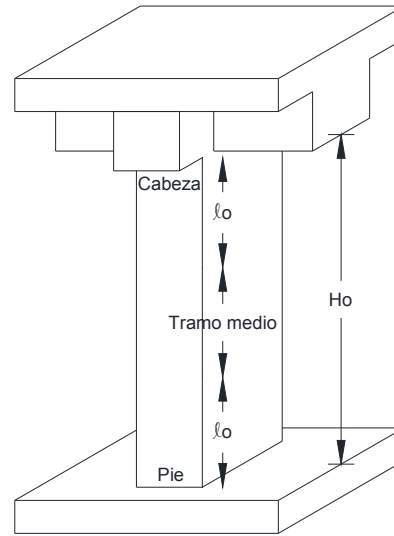
CODIFICACIÓN DE COLORES	
<span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	Dato del programa: se pueden modificar
<span style="background-color: #FFFF00; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	Resultado calculado: se recomienda no modificar
<span style="background-color: #FFA500; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	Dato de código: consultar norma para modificar

DATOS DEL ELEMENTO	
Luz libre o altura libre, Ho [m]	2.65

DETALLE DEL REFUERZO TRANSVERSAL	
Diámetro del refuerzo [mm]	10

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Corte	0.85

FUERZAS DE DISEÑO	
Mb x-x [kN.m]	446.82
Mb y-y [kN.m]	446.82
Tolerancia máx (req/dis) [- %]	5.00

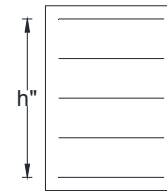


#### LÍMITES DE ESPACIAMIENTO Y ARMADO

Cabeza y pie	b [cm]	h [cm]	Ho/6 [cm]	mín [cm]	l0 [cm]
	50.0	50.0	44.2	45.0	50.0
Tramo medio	b/4 [cm]	h/4 [cm]	6 $\phi$ c [cm]	s0 [cm]	s <sub>máx</sub> [cm]
	12.5	12.5	13.2	14.3	12.5
Tramo medio	6 $\phi$ c [cm]	máx [cm]	s <sub>máx</sub> [cm]		
	13.2	15.0	13.2		

#### RAMAS EN SENTIDO X

Confinamiento	s [cm]	h" [cm]	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Ash [cm <sup>2</sup> ]
	12.5	44.0	3.20	3.30	3.30
Corte	Vu [kN]	Vc [kN]	Vs [kN]	Vs < 4Vc	Vu ≤ $\phi$ Vc + $\phi$ Vs
	337.23	206.90	189.84	OK	OK
	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Av calc [cm <sup>2</sup> ]	Av req [cm <sup>2</sup> ]	Av/s [cm <sup>2</sup> /cm]
3.20	3.30	1.26	3.30	0.26	



Sentido X

#### RAMAS EN SENTIDO Y

Confinamiento	s [cm]	h" [cm]	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Ash [cm <sup>2</sup> ]
	12.5	44.0	3.20	3.30	3.30
Corte	Vu [kN]	Vc [kN]	Vs [kN]	Vs < 4Vc	Vu ≤ $\phi$ Vc + $\phi$ Vs
	337.2	206.90	189.84	OK	OK
	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Av calc [cm <sup>2</sup> ]	Av req [cm <sup>2</sup> ]	Av/s [cm <sup>2</sup> /cm]
3.20	3.30	1.26	3.30	0.26	



Sentido Y

#### ARMADO REQUERIDO

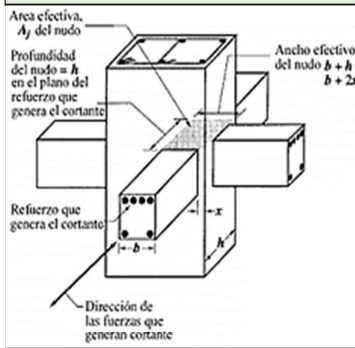
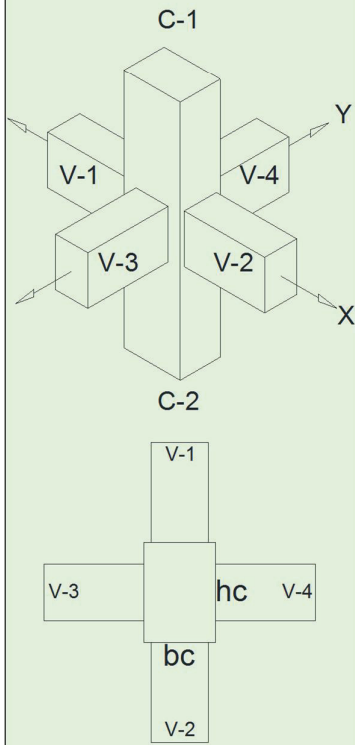
Cabeza y pie	Sentido	s [cm]	Ramales	Av/s [cm <sup>2</sup> /cm]	Diseño
	x	12.0	4.00	0.26	4 ramas @ 12 cm el l0=50 cm
y	12.0	4.00	0.26	4 ramas @ 12 cm el l0=50 cm	
Tramo medio	Sentido	s [cm]	Ramales	Av/s [cm <sup>2</sup> /cm]	Diseño
	x	12.0	4.00	0.26	4 ramas @ 12 cm
y	12.0	4.00	0.26	4 ramas @ 12 cm	

VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE ESTAS NORMAS	
ACI 318S-11: 7.10.5.3	Estribos

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS INTERIORES**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
α	1.25	
φ corte	0.85	
Recub [m]	0.03	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	φ1	#	φ2	#	φ1	#	φ2	
V-1	0.35	0.60	0.55	3	20	2	20	3	18		OK	
V-2	0.35	0.60	0.55	3	20	2	20	3	18			
V-3	0.35	0.60	0.55	3	20	2	20	3	18			
V-4	0.35	0.60	0.55	3	20	2	20	3	18			

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm²]	Obs.	φ estribo [mm]
				#	φ1	#	φ2			
C-1	0.50	0.50	2.65	12	22			45.62	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.65	12	22			45.62		

**Resistencia al cortante horizontal**

*Chequeo de confinamiento por vigas*

Viga	bv [m]	bc [m]	bv > 0.75 bc	γ
V-1	0.35	0.50	No cumple	1.20
V-2	0.35	0.50	No cumple	
V-3	0.35	0.50	No cumple	
V-4	0.35	0.50	No cumple	

*Corte actuante Vj*

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm²]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
	2	7.63	400.79	210.79		
Y	1	15.71	824.67	412.75	191.86	1033.60
	2	7.63	400.79	210.79		

*Corte resistente φ Vn*

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m²]	φVn [kN]	φVn ≥ Vj
	0.08	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
Y	0.08	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
	0.08	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	φVn ≥ Vjv
X	1240.3	OK
	1240.3	OK
Y	1240.3	OK
	1240.3	OK

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm²]	Mn	ΣMv	Mo	ΣMc	ΣMc ≥ 1.2 ΣMv
	inf	7.63	170.18				
Y	sup	25.71	523.88	694.1	400.4	800.8	R=1.2 Cumple
	inf	7.63	170.18				

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20φv [m]	20φc [m]	Peralte [m]	hc ≥ 20φv	hv ≥ 20φc
V-1	-	0.44	0.60	Cumple	
V-2	-	0.44	0.60	Cumple	
V-3	-	0.44	0.60	Cumple	
V-4	-	0.44	0.60	Cumple	
C-1,2 X	0.40	-	0.50	Cumple	
C-1,2 Y	0.40	-	0.50	Cumple	

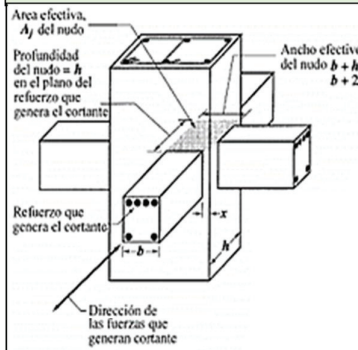
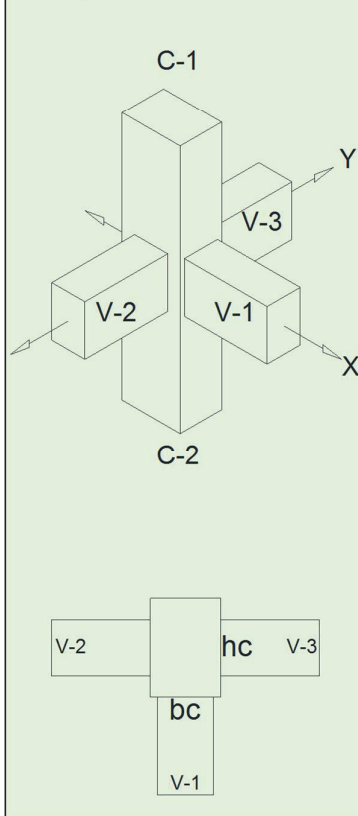
**Refuerzo de confinamiento en columnas**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm²]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
			3.23					
Y	12.5	43.0	3.13	4.1	4	12	4 ramas φ @ 12 cm	OK
			3.23					

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS EXTERIORES**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
$\alpha$	1.25	
$\phi$ corte	0.85	
Recub [m]	0.03	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	$\phi$ 1	#	$\phi$ 2	#	$\phi$ 1	#	$\phi$ 2	
V-1	0.35	0.60	0.55	3	20	3	20	3	18			OK
V-2	0.35	0.60	0.55	3	20	2	20	3	18			OK
V-3	0.35	0.60	0.55	3	20	2	20	3	18			OK

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	$\phi$ estribo [mm]
				#	$\phi$ 1	#	$\phi$ 2			
C-1	0.50	0.50	2.65	12	22			45.62		
C-2	0.50	0.50	2.65	12	22			45.62	OK	10

**Resistencia al cortante horizontal**

*Chequeo de confinamiento por vigas*

Viga	bv [m]	bc [m]	bv > 0.75 bc	$\gamma$
V-1	0.35	0.50	No cumple	1.00
V-2	0.35	0.50	No cumple	
V-3	0.35	0.50	No cumple	

*Corte actuante Vj*

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
X	1	18.85	989.60	485.50	149.38	840.22
	2	7.63	400.79	210.79		
Y	1	15.71	824.67	412.75	191.86	1033.60
	2	7.63	400.79	210.79		

*Corte resistente  $\phi Vn$*

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	$\phi Vn$ [kN]	$\phi Vn \geq Vj$
X	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
Y	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	$\phi Vn \geq Vjv$
X	1008.3	OK
	1240.3	hv > hc
Y	1240.3	hv > hc

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	$\Sigma Mv$	Mo	$\Sigma Mc$	$\Sigma Mc \geq 1.2 \Sigma Mv$
X	sup	28.85	578.30	578.30	400.42	800.8	R=1.4 Cumple
	inf	7.63	170.18	694.05	400.42	800.8	R=1.2 Cumple
Y	sup	25.71	523.88	694.05	400.42	800.8	R=1.2 Cumple

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20 $\phi$ v [m]	20 $\phi$ c [m]	Peralte [m]	hc $\geq$ 20 $\phi$ v hv $\geq$ 20 $\phi$ c
V-1	-	0.44	0.60	Cumple
V-2	-	0.44	0.60	Cumple
V-3	-	0.44	0.60	Cumple
C-1,2 X	0.40	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.40	-	0.50	Cumple

**Refuerzo de confinamiento en columnas**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
X	12.5	43.0	3.13	4.1	4	12	4 ramas $\phi$ 10 @ 12 cm	OK
			3.23					
Y	12.5	43.0	3.13	4.1	4	12	4 ramas $\phi$ 10 @ 12 cm	OK
			3.23					

**Anclaje**

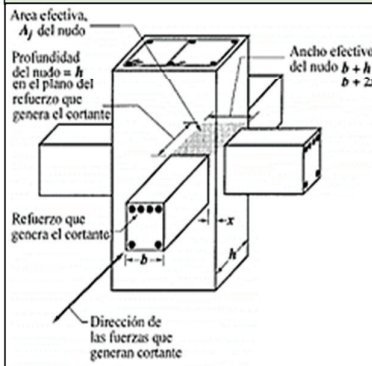
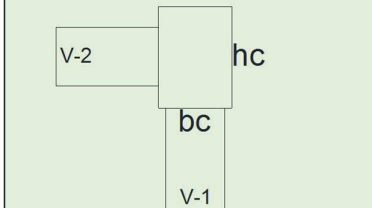
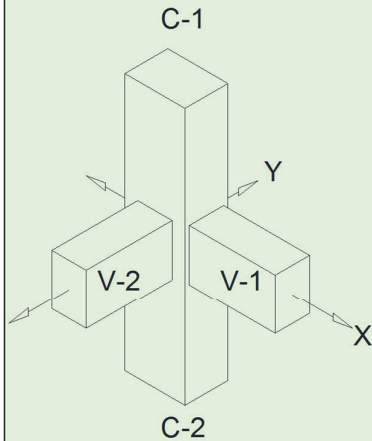
Sentido	ldh req [cm]	ldh disp [cm]	Observación
X	32.3	43.8	Cumple



<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 15 aparcado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS ESQUINEROS**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
α	1.25	
φ corte	0.85	
Recub [m]	0.03	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	φ1	#	φ2	#	φ1	#	φ2	
V-1	0.35	0.60	0.55	3	20	3	20	4	18			OK
V-2	0.35	0.60	0.55	3	20	3	20	4	18			OK

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	φ estribo [mm]
				#	φ1	#	φ2			
C-1	0.50	0.50	2.65	12	22			45.62	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.65	12	22			45.62	OK	10

**Resistencia al cortante horizontal**

Corte actuante Vj

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
X	1	18.85	989.6	485.50	149.38	840.22
Y	1	18.85	989.6	485.50	149.38	840.22

Corte resistente φ Vn

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	φVn [kN]	φVn ≥ Vj
X	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
Y	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	φVn ≥ Vjv
X	1008.3	OK
Y	1008.3	OK

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	ΣMv	Mo	ΣMc	ΣMc ≥ 1.2 ΣMv
X	sup	28.85	578.30	578.3	400.4	800.8	R=1.4 Cumple
Y	sup	28.85	578.30	578.3	400.4	800.8	R=1.4 Cumple

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20φv [m]	20φc [m]	Peralte [m]	hc ≥ 20φv hv ≥ 20φc
V-1	-	0.44	0.60	Cumple
V-2	-	0.44	0.60	Cumple
C-1,2 X	0.4	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.4	-	0.50	Cumple

**Reinforcement de confinamiento en columnas**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
X	12.5	43.0	3.13	4.1	4	12	4 ramas φ 10 @ 12 cm	OK
			3.23					
Y	12.5	43.0	3.13	4.1	4	12	4 ramas φ 10 @ 12 cm	OK
			3.23					

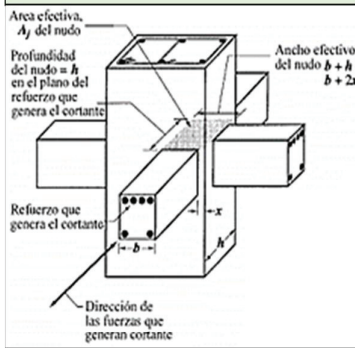
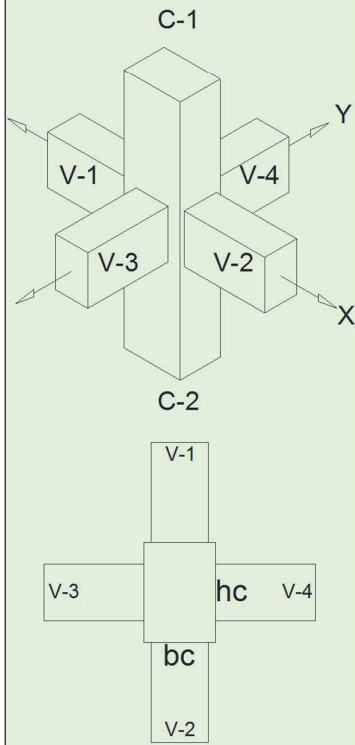
**Anclaje**

Sentido	ldh req [cm]	ldh disp [cm]	Observación
X	32.3	43.8	Cumple
Y	17.6	43.8	Cumple

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporcado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+9.75
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS INTERIORES**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
α	1.25	
φ corte	0.85	
Recub [m]	0.03	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	φ1	#	φ2	#	φ1	#	φ2	
V-1	0.30	0.50	0.44	2	20	2	20	2	18		OK	
V-2	0.30	0.50	0.44	2	20	2	20	2	18		OK	
V-3	0.30	0.50	0.44	2	20	2	20	2	18		OK	
V-4	0.30	0.50	0.44	2	20	2	20	2	18		OK	

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm²]	Obs.	φ estribo [mm]
				#	φ1	#	φ2			
C-1	0.50	0.50	2.75	12	22			45.62	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.65	12	22			45.62		

**Resistencia al cortante horizontal**

*Chequeo de confinamiento por vigas*

Viga	bv [m]	bc [m]	bv > 0.75 bc	γ
V-1	0.30	0.50	No cumple	1.20
V-2	0.30	0.50	No cumple	
V-3	0.30	0.50	No cumple	
V-4	0.30	0.50	No cumple	

*Corte actuante Vj*

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm²]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
	2	5.09	267.19	112.57		
Y	1	12.57	659.73	259.80	116.37	810.56
	2	5.09	267.19	112.57		

*Corte resistente φ Vn*

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m²]	φVn [kN]	φVn ≥ Vj
	0.10	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
Y	0.10	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
	0.10	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	φVn ≥ Vjv
	810.6	OK
Y	810.6	OK
	810.6	OK

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm²]	Mn	ΣMv	Mo	ΣMc	ΣMc ≥ 1.2 ΣMv
	inf	5.09	90.852				
Y	sup	22.57	354.12	445.0	400.4	800.8	R=1.8 Cumple
	inf	5.09	90.852				

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20φv [m]	20φc [m]	Peralte [m]	hc ≥ 20φv hv ≥ 20φc
V-1	-	0.44	0.50	Cumple
V-2	-	0.44	0.50	Cumple
V-3	-	0.44	0.50	Cumple
V-4	-	0.44	0.50	Cumple
C-1,2 X	0.40	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.40	-	0.50	Cumple

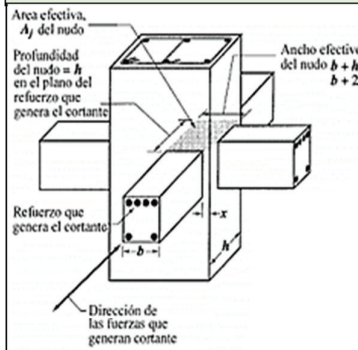
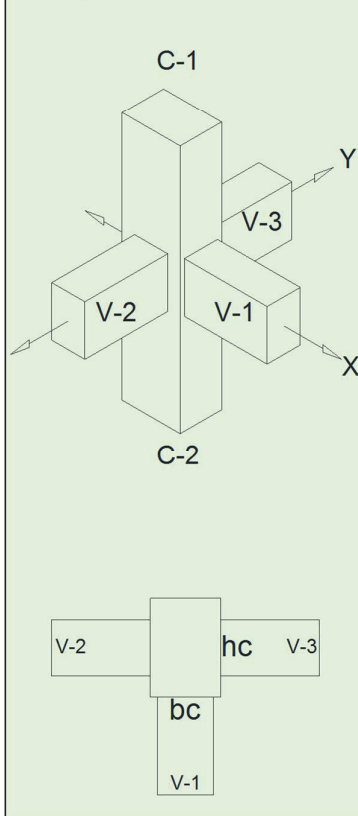
**Refuerzo de confinamiento en columnas**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm²]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
			3.23					
Y	12.5	43.0	3.13	4.1	4	12	4 ramas φ @ 12 cm	OK
			3.23					

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+9.75
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS EXTERIORES**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
$\alpha$	1.25	
$\phi$ corte	0.85	
Recub [m]	0.03	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	
V-1	0.30	0.50	0.44	2	20	3	20	2	18			OK
V-2	0.30	0.50	0.44	2	20	2	20	2	18			OK
V-3	0.30	0.50	0.44	2	20	2	20	2	18			OK

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	$\phi$ estribo [mm]
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$			
C-1	0.50	0.50	2.75	12	22			45.62	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.65	12	22			45.62		

**Resistencia al cortante horizontal**

*Chequeo de confinamiento por vigas*

Viga	bv [m]	bc [m]	bv > 0.75 bc	$\gamma$
V-1	0.30	0.50	No cumple	1.00
V-2	0.30	0.50	No cumple	
V-3	0.30	0.50	No cumple	

*Corte actuante Vj*

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
Y	1	12.57	659.73	259.80	116.37	810.56
	2	5.09	267.19	112.57		

*Corte resistente  $\phi V_n$*

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	$\phi V_n$ [kN]	$\phi V_n \geq V_j$
X	0.10	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
	0.10	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
Y	0.10	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
	0.10	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	$\phi V_n \geq V_{jv}$
X	726.2	OK
	810.6	OK
Y	810.6	OK
	810.6	OK

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	$\Sigma M_v$	Mo	$\Sigma M_c$	$\Sigma M_c \geq 1.2 \Sigma M_v$
X	sup	25.71	393.44	393.44	400.42	800.8	R=2 Cumple
	inf	5.09	90.85	444.97	400.42	800.8	R=1.8 Cumple

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20 $\phi_v$ [m]	20 $\phi_c$ [m]	Peralte [m]	hc $\geq$ 20 $\phi_v$ hv $\geq$ 20 $\phi_c$
V-1	-	0.44	0.50	Cumple
V-2	-	0.44	0.50	Cumple
V-3	-	0.44	0.50	Cumple
C-1,2 X	0.40	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.40	-	0.50	Cumple

**Refuerzo de confinamiento en columnas**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
X	12.5	43.0	3.13	4.1	4	12	4 ramas $\phi$ 10 @ 12 cm	OK
			3.23					
Y	12.5	43.0	3.13	4.1	4	12	4 ramas $\phi$ 10 @ 12 cm	OK
			3.23					

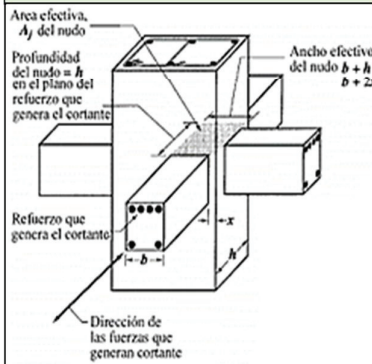
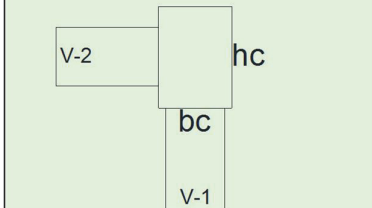
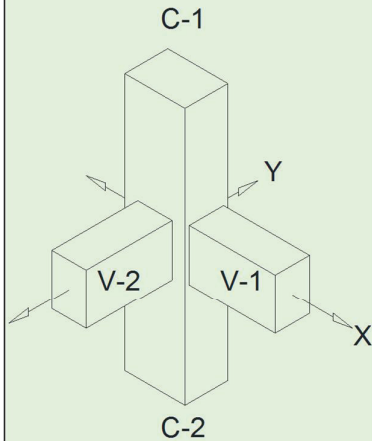
**Anclaje**

Sentido	ldh req [cm]	ldh disp [cm]	Observación
X	32.3	43.8	Cumple

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 15 aparcado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+9.75
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS ESQUINEROS**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
α	1.25	
φ corte	0.85	
Recub [m]	0.03	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	φ1	#	φ2	#	φ1	#	φ2	
V-1	0.30	0.50	0.44	2	20	3	20	2	18			OK
V-2	0.30	0.50	0.44	2	20	3	20	2	18			OK

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	φ estribo [mm]
				#	φ1	#	φ2			
C-1	0.50	0.50	2.75	12	22			45.62	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.65	12	22			45.62	OK	10

**Resistencia al cortante horizontal**

Corte actuante Vj

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
X	1	15.71	824.67	315.23	98.51	726.16
Y	1	15.71	824.67	315.23	98.51	726.16

Corte resistente φ Vn

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	φVn [kN]	φVn ≥ Vj
X	0.10	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
Y	0.10	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	φVn ≥ Vjv
X	726.2	OK
Y	726.2	OK

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	ΣMv	Mo	ΣMc	ΣMc ≥ 1.2 ΣMv
X	sup	25.71	393.44	393.4	400.4	800.8	R=2 Cumple
Y	sup	25.71	393.44	393.4	400.4	800.8	R=2 Cumple

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20φv [m]	20φc [m]	Peralte [m]	hc ≥ 20φv hv ≥ 20φc
V-1	-	0.44	0.50	Cumple
V-2	-	0.44	0.50	Cumple
C-1,2 X	0.4	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.4	-	0.50	Cumple

**Refuerzo de confinamiento en columnas**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
X	12.5	43.0	3.13	4.1	4	12	4 ramas φ 10 @ 12 cm	OK
			3.23					
Y	12.5	43.0	3.13	4.1	4	12	4 ramas φ 10 @ 12 cm	OK
			3.23					

**Anclaje**

Sentido	ldh req [cm]	ldh disp [cm]	Observación
X	32.3	43.8	Cumple
Y	17.6	43.8	Cumple

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> cimentación
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b> Internas

DATOS DE LA COLUMNA	
Longitud en sentido x, Lx [m]	0.50
Longitud en sentido y, Ly [m]	0.50

DATOS DEL SUELO	
$\sigma_{neto}$ [kPa]	200.00

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Corte	0.85
Flexión	0.90

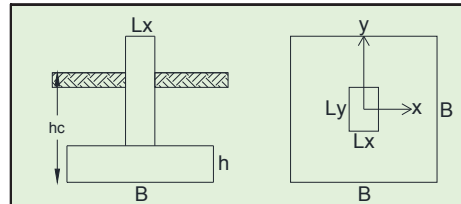
DATOS DE LA ZAPATA	
f'c [Mpa]	21
Fy [Mpa]	420
Recubrimiento [m]	0.05
Ubicación	Interior
$\beta$	0.85
Área requerida de zapata [m <sup>2</sup> ]	9.61
Longitud de base, B [m]	3.10
Área de diseño de zapata [m <sup>2</sup> ]	9.61

ESFUERZOS TRANSMITIDOS	
$\sigma_1$ [kPa]	203.44
$\sigma_2$ [kPa]	193.80
$\sigma_3$ [kPa]	193.60
$\sigma_4$ [kPa]	183.96

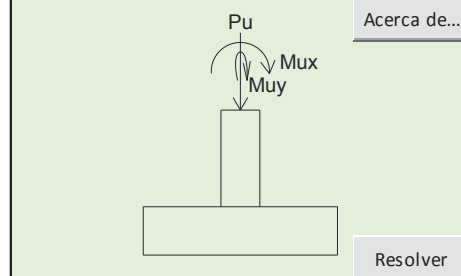
DISEÑO A CORTE	
Altura de zapata, h [m]	0.60
Vu [kN]	695.15
$\phi Vc$ [kN]	1067.44
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido x	OK
Vu [kN]	677.43
$\phi Vc$ [kN]	1108.49
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido y	OK

DISEÑO POR PUNZONAMIENTO	
bo [m]	4.40
Ao [m]	1.06
Vu [kN]	2414.64
$\phi Vc$ [kN]	2807.34
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido x	OK

DISEÑO POR FLEXIÓN	
Mu [kN]	166.48
As nec x [cm <sup>2</sup> /m]	17.33
Diámetro del refuerzo en sentido x [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido x [m]	0.15
Mu [kN]	0.01
As nec y [cm <sup>2</sup> /m]	18.00
Diámetro del refuerzo en sentido y [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido y [m]	0.14



SOLICITACIONES DE SERVICIO (CARGAS SIN MAYORAR)			
Carga	P [kN]	M x-x [kN.m]	M y-y [kN.m]
Muerta	1500.78	0.02	0.00
Viva	360.68	0.01	0.00
Sismo	0.00	24.40	23.93



SOLICITACIONES ÚLTIMAS (CARGAS MAYORADAS)			
Carga	P	M x-x	M y-y
Combinación	2714.25	34.14	33.50

Esquema de esfuerzos transmitidos

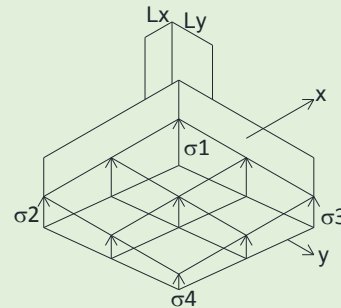
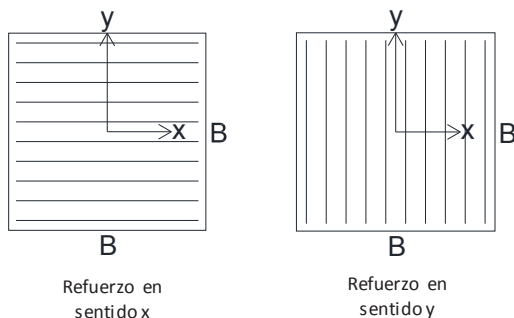
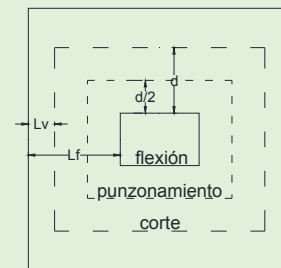


Diagrama de secciones críticas



RESUMEN DE DISEÑO	
Zapata cuadrada de 3.1 m x 3.1 m x 0.6 m	
21 Ø18 @ 15 cm en el sentido x	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 17.24	
22 Ø18 @ 14 cm en el sentido y	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 18.06	



<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> CEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> cimentación
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b> Externas y esquinas

DATOS DE LA COLUMNA	
Longitud en sentido x, Lx [m]	0.50
Longitud en sentido y, Ly [m]	0.50

DATOS DEL SUELO	
$\sigma_{neto}$ [kPa]	200.00

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Corte	0.85
Flexión	0.90

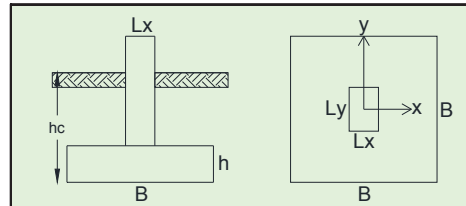
DATOS DE LA ZAPATA	
f'c [Mpa]	21
Fy [Mpa]	420
Recubrimiento [m]	0.05
Ubicación	Interior
$\beta$	0.85
Área requerida de zapata [m <sup>2</sup> ]	5.76
Longitud de base, B [m]	2.40
Área de diseño de zapata [m <sup>2</sup> ]	5.76

ESFUERZOS TRANSMITIDOS	
$\sigma_1$ [kPa]	218.46
$\sigma_2$ [kPa]	197.16
$\sigma_3$ [kPa]	209.71
$\sigma_4$ [kPa]	188.41

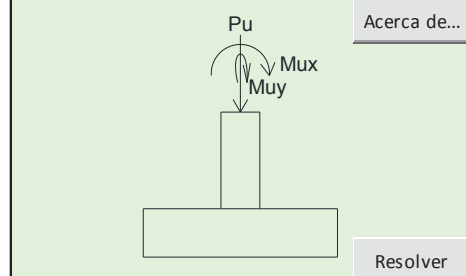
DISEÑO A CORTE	
Altura de zapata, h [m]	0.45
Vu [kN]	422.85
$\phi Vc$ [kN]	588.02
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido x	OK
Vu [kN]	408.44
$\phi Vc$ [kN]	619.80
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido y	OK

DISEÑO POR PUNZONAMIENTO	
bo [m]	3.80
Ao [m]	0.77
Vu [kN]	1457.25
$\phi Vc$ [kN]	1719.88
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido x	OK

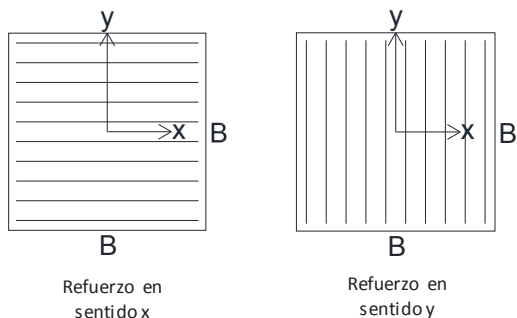
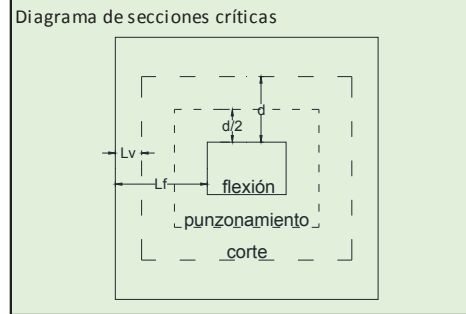
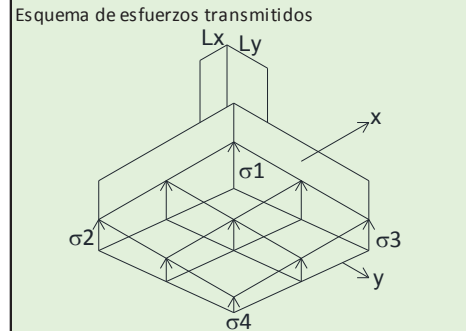
DISEÑO POR FLEXIÓN	
Mu [kN]	92.17
As nec x [cm <sup>2</sup> /m]	12.33
Diámetro del refuerzo en sentido x [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido x [m]	0.21
Mu [kN]	0.25
As nec y [cm <sup>2</sup> /m]	13.00
Diámetro del refuerzo en sentido y [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido y [m]	0.20



SOLICITACIONES DE SERVICIO (CARGAS SIN MAYORAR)			
Carga	P [kN]	M x-x [kN.m]	M y-y [kN.m]
Muerta	952.27	-9.19	-0.17
Viva	206.11	-2.42	-0.05
Sismo	13.40	21.69	24.76



SOLICITACIONES ÚLTIMAS (CARGAS MAYORADAS)			
Carga	P	M x-x	M y-y
Combinación	1683.57	43.10	34.90



RESUMEN DE DISEÑO	
Zapata cuadrada de 2.4 m x 2.4 m x 0.45 m	
12 Ø18 @ 21 cm en el sentido x	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 12.72	
12 Ø18 @ 20 cm en el sentido y	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 13.78	

**ANEXO No 5.**

**CÁLCULOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIO 4P, 1S  
UBICADO EN QUITO, USANDO FUERZAS SÍSMICAS  
NEC**

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CÓDIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+13.00
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CÓDIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b> Panel central

CODIFICACIÓN DE COLORES	
<span style="background-color: #d9ead3;"> </span>	Dato del programa: se pueden modificar
<span style="background-color: #fcf8e3;"> </span>	Resultado calculado: se recomienda no modificar
<span style="background-color: #f4cccc;"> </span>	Dato de código: consultar norma para modificar

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Flexión sin carga axial	0.90
Corte	0.85

CARGAS DE SERVICIO UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS	
Código de diseño sísmico	NEC

CARGAS DE SERVICIO UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS	
Permanentes o muerta <b>D</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	6.43
No permanentes o viva <b>L</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	2.00

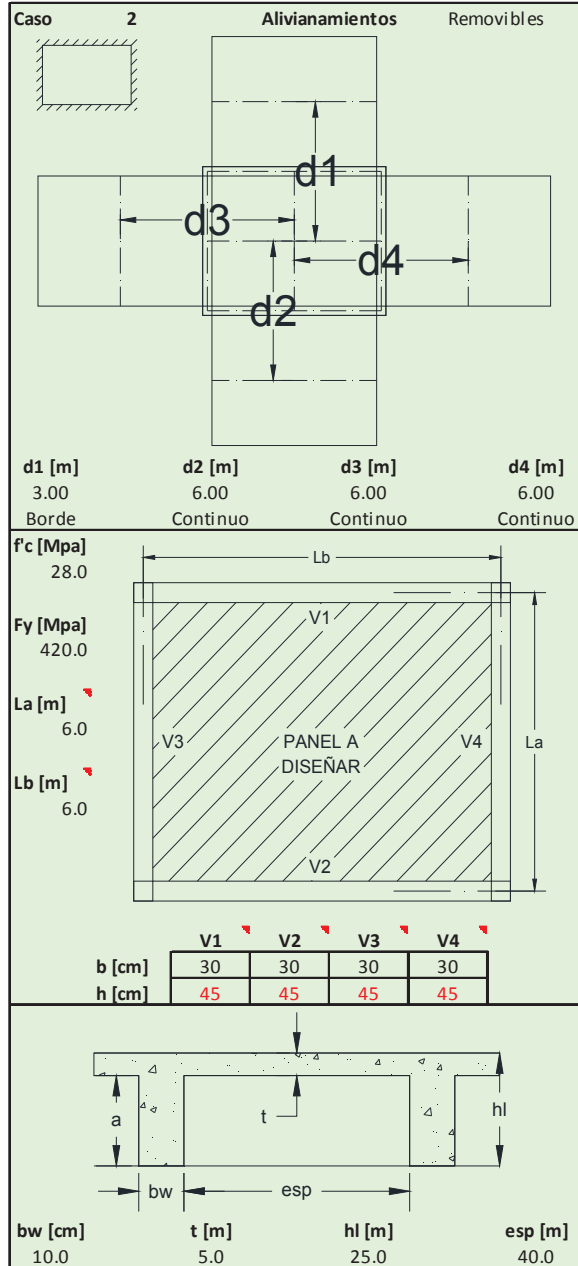
CARGAS FACTORIZADAS DISTRIBUIDAS	
Permanentes o muerta <b>D</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	9.00
No permanentes o viva <b>L</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	3.40
Carga factorizada total <b>D+L</b> [kN/m <sup>2</sup> ]	12.40

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Sección de nervio típico "T" [cm <sup>2</sup> ]	450.00
Altura del centro de gravedad <b>Ycg</b> [cm]	16.94
Momento de inercia x-x <b>I<sub>x-x</sub></b> [cm <sup>4</sup> ]	24548.61
Peralte equivalente de la losa <b>h<sub>eq</sub></b> [cm]	18.06
Relación entre luz larga a corta $\beta$	1.00
$\alpha_m$	1.02
Recubrimiento [cm]	3.00

MÍNIMOS GEOMÉTRICOS DE LOSA	
Peralte mínimo requerido <b>h<sub>min</sub></b> [cm]	15.64
Ancho mínimo de nervadura <b>b<sub>w</sub></b> [cm]	10.00
Altura máxima de nervaduras <b>a</b> [cm]	35.00
Espac. máx. entre nervaduras <b>esp</b> [cm]	75.00
Espesor mín.loseta compresión <b>t</b> [cm]	5.00

COEFICIENTES EN SENTIDO CORTO	
Momento neg. carga total D+L [kN.m]	0.045
Momento pos. carga muerta D [kN.m]	0.018
Momento pos. por carga viva L [kN.m]	0.027
Corte por carga total D+L [kN]	0.500

COEFICIENTES EN SENTIDO LARGO	
Momento negativo carga total D+L	0.045
Momento positivo carga muerta D	0.018
Momento positivo por carga viva L	0.027
Corte por carga total D+L	0.500



DISEÑO A FLEXIÓN EN SENTIDO CORTO POR NERVI							
Descripción de refuerzo	Posición	Mu [kN.m]	d [cm]	As [cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [mm]	#	Resumen de armado
Franja central	Sup. cont.	-9.07	21.00	1.20	14	1	1 $\phi$ 14 As= 1.54 cm <sup>2</sup>
	Inferior	+4.12	21.00	0.70	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>
	Sup. disc.	-1.37	21.00	0.70	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>

DISEÑO A FLEXIÓN EN SENTIDO LARGO POR NERVI							
Descripción de refuerzo	Posición	Mu [kN.m]	d [cm]	As [cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [mm]	#	Resumen de armado
Franja central	Sup. cont.	-9.07	21.00	1.20	14	1	1 $\phi$ 14 As= 1.54 cm <sup>2</sup>
	Inferior	+4.12	19.50	0.65	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>
	Sup. disc.	-1.37	19.50	0.65	10	1	1 $\phi$ 10 As= 0.79 cm <sup>2</sup>

DISEÑO A CORTE POR NERVI						
Descripción de refuerzo	Vu <sub>crit</sub> [kN]	$\phi Vc$ [kN]	1ra evaluación	bw [cm]	$\phi Vc$ [kN]	2da evaluación
Cortante crítico	8.19	17.66	Sección OK	10.00	16.06	OK





<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

## DISEÑO POR CORTE

Acerca de...

## Datos geométricos

 $s_{máx} = 12.00$  cm

## Factor de reducción de resistencia

 $\phi_c = 0.85$ 

## Factor de resistencia del refuerzo

 $\alpha = 1.25$ 

## Armado preferente a corte

so (cm)	12.00
$\phi$ (mm)	10

## Momentos probables [kN.m]

Mpr	402.20	402.20	402.20	402.20	402.20	402.20	402.20	402.20
	233.68	158.84	158.84	158.84	158.84	158.84	158.84	233.68
Vpr	115.62		102.01		102.01		115.62	

## Solicitaciones a corte [kN]

D	-67.9	68.7	-68.3	68.4	-68.4	68.3	-68.7	67.9				
L	-17.8	17.9	-17.9	17.9	-17.9	17.9	-17.9	17.8				
E	71.9	64.8	64.8	71.9								
$V_{DHL}$	86.68	86.29	86.14	85.75								
$V_{U_{DHL}}$	202.30	167.81	202.30	188.29	153.81	188.29	188.29	153.66	188.29	202.30	166.88	202.30
$V_{COMB1}$	126.74	125.96	126.17	125.39								
$V_{U_{COMB1}}$	242.35	191.93	242.35	228.18	177.75	228.18	228.18	177.54	228.18	242.35	190.58	242.35

## Cortante resistente [kN]

$V_c$	0.00	114.69	0.00	0.00	114.69	0.00	0.00	114.69	0.00	0.00	114.69	0.00
$V_s$	238.00	111.10	238.00	221.52	94.43	221.52	221.52	94.18	221.52	238.00	109.52	238.00
$V_s < 4V_c$	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

## Armado requerido por diseño a corte

$A_{v_{min}}$	0.28	0.28	0.28	0.28								
lo [m]	1.10	3.30	1.10	1.10	3.30	1.10	1.10	3.30	1.10	1.10	3.30	1.10
s [cm]	12.00	24.00	12.00	12.00	24.00	12.00	12.00	24.00	12.00	12.00	24.00	12.00
$A_{v_{nec}}$ [cm <sup>2</sup> ]	1.36	1.27	1.36	1.27	1.08	1.27	1.27	1.08	1.27	1.36	1.25	1.36
# ramas	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

## Armado transversal final (incluye refuerzo por confinamiento)

2 ramas $\phi 10$ @ 12cm en lo=1.1 m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 12cm en lo=1.1 m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 12cm en lo=1.1 m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 12cm en lo=1.1 m en extremos
2 ramas $\phi 10$ @ 24cm en l=3.3 m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 24cm en l=3.3 m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 24cm en l=3.3 m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 24cm en l=3.3 m al centro



<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+9.75
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

## DISEÑO POR CORTE

Acerca de...

<b>Datos geométricos</b>	<b>Factor de reducción de resistencia</b>	<b>Armado preferente a corte</b>				
$s_{máx} = 10.00$ cm	$\phi_c = 0.85$	<table border="1"><tr><td>so (cm)</td><td>10.00</td></tr><tr><td><math>\phi</math> (mm)</td><td>10</td></tr></table>	so (cm)	10.00	$\phi$ (mm)	10
so (cm)	10.00					
$\phi$ (mm)	10					
	<b>Factor de resistencia del refuerzo</b>					
	$\alpha = 1.25$					

## Momentos probables [kN.m]

Mpr	283.61	283.61	283.61	283.61	283.61	283.61	283.61	283.61
	125.85	125.85	125.85	125.85	125.85	125.85	125.85	125.85
Vpr	74.45		74.45		74.45		74.45	

## Solicitaciones a corte [kN]

D	-67.7	65.0	-66.2	66.5	-66.5	66.2	-65.0	67.7
L	-18.3	17.5	-17.8	17.9	-17.9	17.8	-17.5	18.3
E	39.4		38.4		38.4		39.4	
$V_{DHL}$	82.49		84.41		84.06		85.98	
$V_{U_{DHL}}$	160.43	129.37	160.43	158.86	131.29	158.86	130.94	158.86
$V_{COMB1}$	120.73		123.55		123.03		125.85	
$V_{U_{COMB1}}$	200.30	154.83	200.30	198.00	157.65	198.00	157.13	198.00

## Cortante resistente [kN]

$V_c$	91.75	91.75	91.75	91.75	91.75	91.75	91.75	91.75	91.75	91.75	91.75
$V_s$	127.70	90.39	127.70	124.99	93.71	124.99	124.99	93.11	124.99	127.70	96.42
$V_s < 4V_c$	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

## Armado requerido por diseño a corte

$A_{v_{min}}$	0.23		0.23		0.23		0.23	
lo [m]	0.90	3.70	0.90	0.90	3.70	0.90	0.90	3.70
s [cm]	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00	10.00	10.00	20.00
$A_{v_{nec}}$ [cm <sup>2</sup> ]	0.76	1.08	0.76	0.74	1.12	0.74	0.74	1.11
# ramas	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

## Armado transversal final (incluye refuerzo por confinamiento)

2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en lo=0.9 m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en lo=0.9 m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en lo=0.9 m en extremos	2 ramas $\phi 10$ @ 10cm en lo=0.9 m en extremos
2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en l=3.7 m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en l=3.7 m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en l=3.7 m al centro	2 ramas $\phi 10$ @ 20cm en l=3.7 m al centro

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> $\sigma_{\max}$ y $\sigma_{\min}$

CODIFICACIÓN DE COLORES	
<span style="color: green;">■</span>	Dato del programa: se pueden modificar
<span style="color: yellow;">■</span>	Resultado calculado: se recomienda no modificar
<span style="color: orange;">■</span>	Dato de código: consultar norma para modificar

DATOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	
Longitud en sentido x [m]	0.50
Longitud en sentido y [m]	0.50
Área bruta [cm <sup>2</sup> ]	2500.0

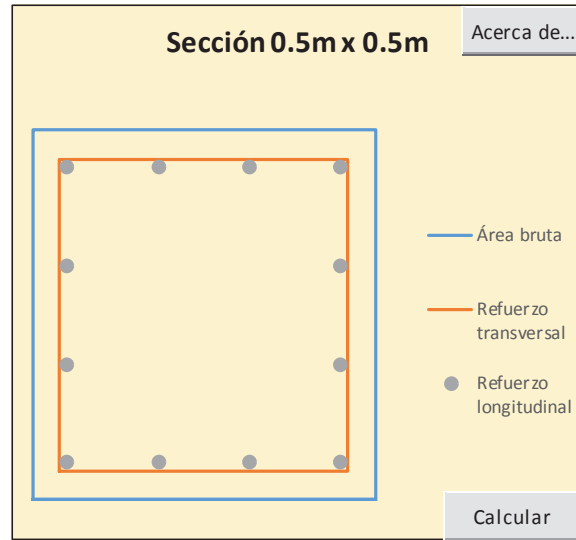
DETALLE DEL REFUERZO LONGITUDINAL	
Recubrimiento [m]	0.04
Diámetro del refuerzo [mm]	22
# varillas en dirección x	4
# varillas en dirección y	4
Área total de refuerzo [cm <sup>2</sup> ]	45.62
Porcentaje de refuerzo longitudinal [%]	1.82
Espaciamiento en dirección x [cm]	11.1
Espaciamiento en dirección y [cm]	11.1

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
f'c [Mpa]	28
$\beta$	0.85
Fy [Mpa]	420

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Secciones controladas por tracción	0.90
Secciones controladas por compresión	0.70

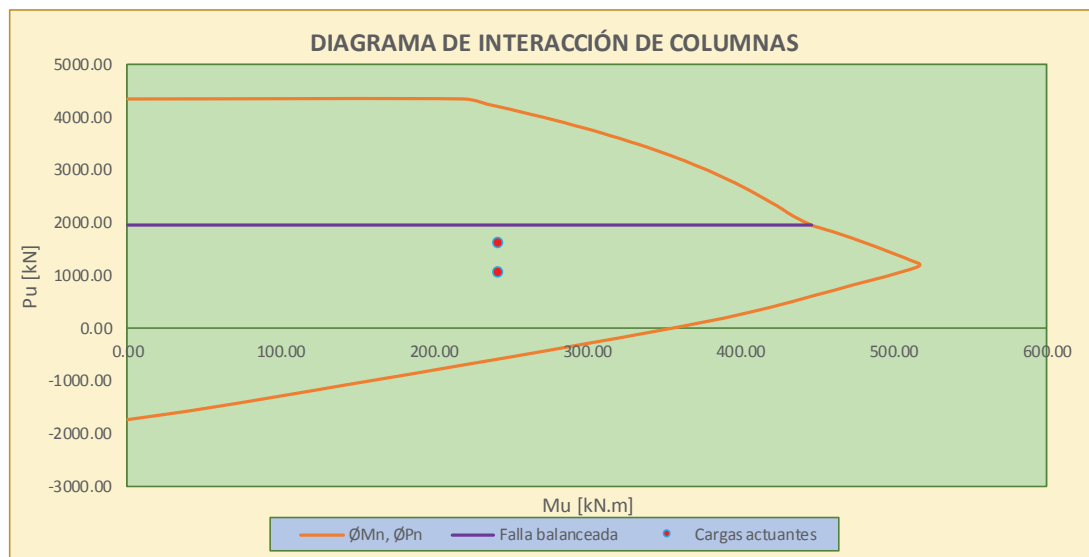
LIMITACIONES DE DISEÑO	
$\epsilon_c$ máxima a compresión (hormigón)	0.003
$\epsilon_s$ límite a compresión (acero)	0.002
$\epsilon_s$ límite a tracción (acero)	0.005
Factor por excentricidad accidental	0.80

LÍMITES DEL FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Fuerzas	
Deformación unitaria del acero	



CUADRO AUXILIAR DE CÁLCULO MOMENTO RESULTANTE		
Mu x-x [kN]	Mu y-y [kN]	Mu [kN]
0.00	0.00	0.00
$\alpha$ [°]		0.00

SOLICITACIONES (RESIT. REQUERIDA)		2
Cargas	Pu [kN]	Mu [kN]
Carga 1	1623.56	241.60
Carga 2	1076.20	241.60



<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> $\sigma_{\max}$ y $\sigma_{\min}$

ZONA DE FALLA FRÁGIL					
c [cm]	Pi [kN]	Mi [kN.m]	$\phi$	$\phi Pi$ [kN]	$\phi Mi$ [kN.m]
28.02	3022.17	621.79	0.70	2115.52	435.26
29.11	3216.43	611.22	0.70	2251.50	427.86
30.19	3404.62	600.46	0.70	2383.23	420.32
31.27	3587.36	589.42	0.70	2511.15	412.59
32.36	3765.20	578.02	0.70	2635.64	404.62
33.44	3938.62	566.21	0.70	2757.04	396.35
34.52	4108.03	553.93	0.70	2875.62	387.75
35.61	4273.81	541.13	0.70	2991.66	378.79
36.69	4436.26	527.76	0.70	3105.38	369.43
37.77	4595.68	513.79	0.70	3216.97	359.66
38.86	4752.32	499.19	0.70	3326.62	349.43
39.94	4906.40	483.92	0.70	3434.48	338.74
41.02	5058.14	467.96	0.70	3540.70	327.57
42.11	5207.71	451.27	0.70	3645.39	315.89
43.19	5355.27	433.85	0.70	3748.69	303.70
44.27	5500.97	415.67	0.70	3850.68	290.97
45.36	5644.94	396.71	0.70	3951.46	277.70
46.44	5787.31	376.96	0.70	4051.12	263.87
47.52	5928.19	356.40	0.70	4149.73	249.48
48.61	6067.67	335.01	0.70	4247.37	234.51

COMPRESIÓN PURA	
Po [kN]	7757.30
$\phi Po$ [kN]	5430.11
Po máx [kN]	6205.84
$\phi Po$ máx [kN]	4344.09

CONDICIÓN BALANCEADA	
cb [cm]	26.94
Pb [kN]	2790.68
$\phi Pb$ [kN]	1953.48
Mb [kN.m]	638.32
$\phi Mb$ [kN.m]	446.82

ZONA DE FALLA DÚCTIL					
c [cm]	Pi [kN]	Mi [kN.m]	$\phi$	$\phi Pi$ [kN]	$\phi Mi$ [kN.m]
25.66	2618.59	635.63	0.72	1876.65	455.54
24.37	2442.04	631.61	0.74	1795.11	464.29
23.09	2260.29	626.26	0.76	1707.78	473.17
21.81	2072.43	619.60	0.78	1613.24	482.32
20.53	1877.30	611.66	0.80	1509.67	491.88
19.24	1673.46	602.45	0.83	1394.55	502.05
17.96	1487.01	590.17	0.87	1288.75	511.48
16.68	1321.37	574.45	0.90	1189.23	517.00
15.39	1149.74	556.92	0.90	1034.77	501.23
14.11	914.48	526.32	0.90	823.03	473.69
12.83	692.38	498.23	0.90	623.14	448.41
11.55	449.75	466.40	0.90	404.78	419.76
10.26	219.80	432.66	0.90	197.82	389.40
8.98	25.27	397.94	0.90	22.74	358.15
7.70	-190.85	357.52	0.90	-171.76	321.77
6.41	-441.51	308.80	0.90	-397.36	277.92
5.13	-752.61	246.64	0.90	-677.35	221.98
3.85	-1184.62	159.00	0.90	-1066.16	143.10
2.57	-1656.35	62.05	0.90	-1490.71	55.85
1.28	-1786.11	31.73	0.90	-1607.50	28.56

FLEXIÓN PURA	
c [cm]	8.82
M [kN.m]	393.31
$\phi M$ [kN.m]	353.98

TRACCIÓN PURA	
Pt [kN]	-1915.87
$\phi Pt$ [kN]	-1724.28

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b> omáx y omín

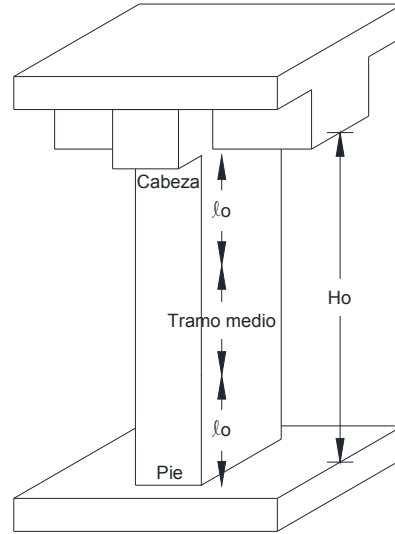
CODIFICACIÓN DE COLORES	
<span style="background-color: #90EE90; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	Dato del programa: se pueden modificar
<span style="background-color: #FFFF00; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	Resultado calculado: se recomienda no modificar
<span style="background-color: #FFA500; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span>	Dato de código: consultar norma para modificar

DATOS DEL ELEMENTO	
Luz libre o altura libre, Ho [m]	2.65

DETALLE DEL REFUERZO TRANSVERSAL	
Diámetro del refuerzo [mm]	10

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Corte	0.85

FUERZAS DE DISEÑO	
Mb x-x [kN.m]	446.82
Mb y-y [kN.m]	446.82
Tolerancia máx (req/disp) [- %]	5.00

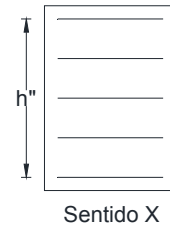


**LÍMITES DE ESPACIAMIENTO Y ARMADO**

Cabeza y pie	b [cm]	h [cm]	Ho/6 [cm]	mín [cm]	l0 [cm]
	50.0	50.0	44.2	45.0	50.0
Tramo medio	b/4 [cm]	h/4 [cm]	6φc [cm]	so [cm]	s <sub>máx</sub> [cm]
	12.5	12.5	13.2	14.3	12.5
Tramo medio	6φc [cm]	máx [cm]	s <sub>máx</sub> [cm]		
	13.2	15.0	13.2		

**RAMAS EN SENTIDO X**

Confinamiento	s [cm]	h" [cm]	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Ash [cm <sup>2</sup> ]
	12.5	44.0	3.20	3.30	3.30
Corte	Vu [kN]	Vc [kN]	Vs [kN]	Vs < 4Vc	Vu ≤ φVc + φVs
	337.23	206.90	189.84	OK	OK
	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Av calc [cm <sup>2</sup> ]	Av req [cm <sup>2</sup> ]	Av/s [cm <sup>2</sup> /cm]
3.20	3.30	1.26	3.30	0.26	



**RAMAS EN SENTIDO Y**

Confinamiento	s [cm]	h" [cm]	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Ash [cm <sup>2</sup> ]
	12.5	44.0	3.20	3.30	3.30
Corte	Vu [kN]	Vc [kN]	Vs [kN]	Vs < 4Vc	Vu ≤ φVc + φVs
	337.2	206.90	189.84	OK	OK
	Ash1 [cm <sup>2</sup> ]	Ash2 [cm <sup>2</sup> ]	Av calc [cm <sup>2</sup> ]	Av req [cm <sup>2</sup> ]	Av/s [cm <sup>2</sup> /cm]
3.20	3.30	1.26	3.30	0.26	



**ARMADO REQUERIDO**

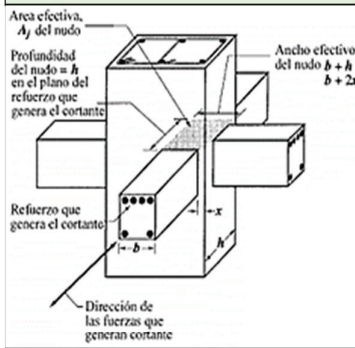
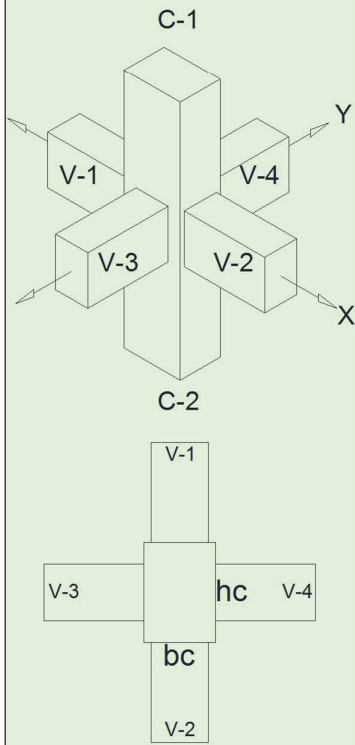
Cabeza y pie	Sentido	s [cm]	Ramales	Av/s [cm <sup>2</sup> /cm]	Diseño
	x	12.0	4.00	0.26	4 ramas @ 12 cm el lo=50 cm
y	12.0	4.00	0.26	4 ramas @ 12 cm el lo=50 cm	
Tramo medio	Sentido	s [cm]	Ramales	Av/s [cm <sup>2</sup> /cm]	Diseño
	x	12.0	4.00	0.26	4 ramas @ 12 cm
y	12.0	4.00	0.26	4 ramas @ 12 cm	

VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE ESTAS NORMAS	
ACI 318S-11: 7.10.5.3	Estribos

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporricado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS INTERIORES**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
α	1.25	
φ corte	0.85	
Recub [m]	0.03	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	φ1	#	φ2	#	φ1	#	φ2	
V-1	0.35	0.60	0.54	2	22	3	20	2	20		OK	
V-2	0.35	0.60	0.54	2	22	3	20	2	20			
V-3	0.35	0.60	0.54	2	22	3	20	2	20			
V-4	0.35	0.60	0.54	2	22	3	20	2	20			

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm²]	Obs.	φ estribo [mm]
				#	φ1	#	φ2			
C-1	0.50	0.50	2.65	12	22			45.62	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.65	12	22			45.62		

**Resistencia al cortante horizontal**

*Chequeo de confinamiento por vigas*

Viga	bv [m]	bc [m]	bv > 0.75 bc	γ
V-1	0.35	0.50	No cumple	1.20
V-2	0.35	0.50	No cumple	
V-3	0.35	0.50	No cumple	
V-4	0.35	0.50	No cumple	

*Corte actuante Vj*

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm²]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
	2	6.28	329.87	171.60		
Y	1	17.03	893.94	434.76	186.57	1037.24
	2	6.28	329.87	171.60		

*Corte resistente φ Vn*

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m²]	φVn [kN]	φVn ≥ Vj
	0.08	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
Y	0.08	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
	0.08	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	φVn ≥ Vjv
X	1244.7	OK
	1244.7	OK
Y	1244.7	OK
	1244.7	OK

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm²]	Mn	ΣMv	Mo	ΣMc	ΣMc ≥ 1.2 ΣMv
	inf	6.28	138.32				
Y	sup	27.03	535.64	674.0	400.4	800.8	R=1.2 Cumple
	inf	6.28	138.32				

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20φv [m]	20φc [m]	Peralte [m]	hc ≥ 20φv hv ≥ 20φc
V-1	-	0.44	0.60	Cumple
V-2	-	0.44	0.60	Cumple
V-3	-	0.44	0.60	Cumple
V-4	-	0.44	0.60	Cumple
C-1,2 X	0.44	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.44	-	0.50	Cumple

**Refuerzo de confinamiento**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm²]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
			3.23					
Y	12.5	43.0	3.13	4.1	4	12	4 ramas φ @ 12 cm	OK
			3.23					



PROYECTO: Edificio 4P, 1S aporticado  
UBICACIÓN: Quito

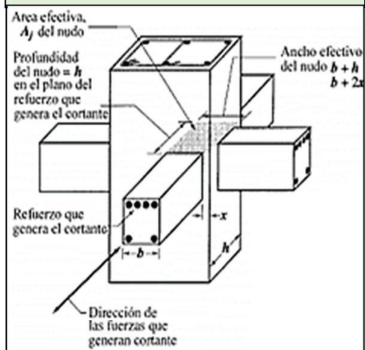
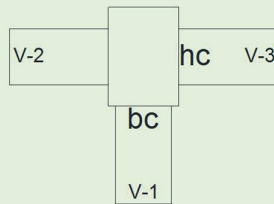
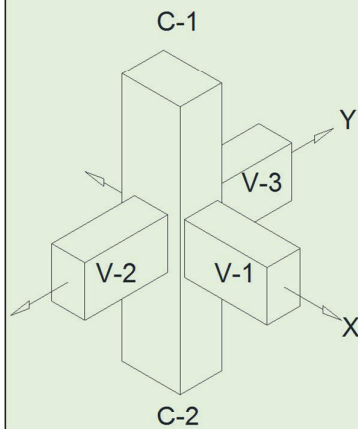
CODIGO SÍSMICO: NEC  
CODIGO AUXILIAR: ACI 318-S11

NIVEL ANALIZADO: N+3.25  
OBSERVACIONES:

#### NUDOS EXTERIORES

f'c [Mpa] 28  
Fy [Mpa] 420  
 $\alpha$  1.25  
 $\phi$  corte 0.85  
Recub [m] 0.03

Acerca de...



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	
V-1	0.35	0.60	0.54	2	22	3	20	2	20			OK
V-2	0.35	0.60	0.54	2	22	3	20	2	20			OK
V-3	0.35	0.60	0.54	2	22	3	20	2	20			OK

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	$\phi$ estribo [mm]
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$			
C-1	0.50	0.50	3.25	12	22			45.62		
C-2	0.50	0.50	3.25	12	22			45.62	OK	10

#### Resistencia al cortante horizontal

##### Chequeo de confinamiento por vigas

Viga	bv [m]	bc [m]	bv > 0.75 bc	$\gamma$
V-1	0.35	0.50	No cumple	1.00
V-2	0.35	0.50	No cumple	
V-3	0.35	0.50	No cumple	

##### Corte actuante Vj

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
Y	1	17.03	893.94	434.76	157.50	1066.31
	2	6.28	329.87	171.60		

##### Corte resistente $\phi Vn$

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	$\phi Vn$ [kN]	$\phi Vn \geq Vj$
X	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
Y	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK

#### Resistencia al cortante vertical

Sentido	Vjv [kN]	$\phi Vn \geq Vjv$
X	937.2	OK
Y	1279.6	hv > hc
	1279.6	hv > hc

#### Columna fuerte viga débil

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	$\Sigma Mv$	Mo	$\Sigma Mc$	$\Sigma Mc \geq 1.2 \Sigma Mv$
X	sup	27.03	535.64	535.64	400.42	800.8	R=1.5 Cumple
	inf	6.28	138.32				
Y	sup	27.03	535.64	673.96	400.42	800.8	R=1.2 Cumple

#### Control de deterioro de adherencia

Elem	20 $\phi v$ [m]	20 $\phi c$ [m]	Peralte [m]	hc $\geq$ 20 $\phi v$ hv $\geq$ 20 $\phi c$
V-1	-	0.44	0.60	Cumple
V-2	-	0.44	0.60	Cumple
V-3	-	0.44	0.60	Cumple
C-1,2 X	0.44	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.44	-	0.50	Cumple

#### Refuerzo de confinamiento

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
X	12.5	43.0	3.13	4.1	4	12	4 ramas $\phi$ 10 @ 12 cm	OK
			3.23					
Y	12.5	43.0	3.13	4.1	4	12	4 ramas $\phi$ 10 @ 12 cm	OK
			3.23					

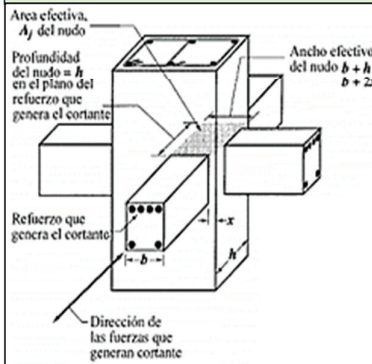
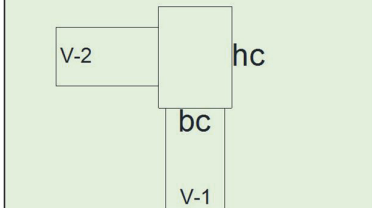
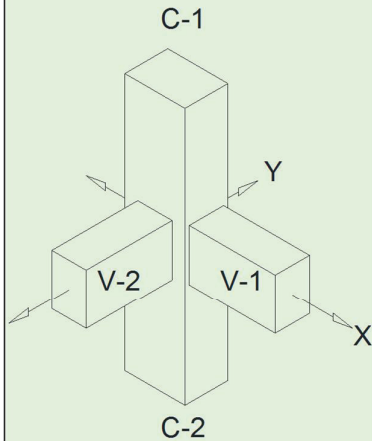
#### Anclaje

Sentido	ldh req [cm]	ldh disp [cm]	Observación
X	32.3	43.8	Cumple

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 15 aparcado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+3.25
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318-S11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS ESQUINEROS**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
α	1.40	
φ corte	0.85	
Recub [m]	0.03	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	φ1	#	φ2	#	φ1	#	φ2	
V-1	0.35	0.60	0.54	2	22	3	20	3	18			OK
V-2	0.35	0.60	0.54	2	22	3	20	3	18			OK

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	φ estribo [mm]
				#	φ1	#	φ2			
C-1	0.50	0.50	2.65	12	20			37.70	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.65	12	20			37.70	OK	10

**Resistencia al cortante horizontal**

Corte actuante Vj

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
X	1	17.03	1001.2	480.49	147.84	853.37
Y	1	17.03	1001.2	480.49	147.84	853.37

Corte resistente φ Vn

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	φVn [kN]	φVn ≥ Vj
X	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
Y	0.08	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	φVn ≥ Vjv
X	1024.0	OK
Y	1024.0	OK

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	ΣMv	Mo	ΣMc	ΣMc ≥ 1.2 ΣMv
X	sup	27.03	535.64	535.6	332.5	665.0	R=1.2 Cumple
Y	sup	27.03	535.64	535.6	332.5	665.0	R=1.2 Cumple

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20φv [m]	20φc [m]	Peralte [m]	hc ≥ 20φv hv ≥ 20φc
V-1	-	0.4	0.60	Cumple
V-2	-	0.4	0.60	Cumple
C-1,2 X	0.44	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.44	-	0.50	Cumple

**Reforzo de confinamiento**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
X	12.0	43.0	3.01	3.9	4	12	4 ramas φ 10 @ 12 cm	OK
			3.10					
Y	12.0	43.0	3.01	3.9	4	12	4 ramas φ 10 @ 12 cm	OK
			3.10					

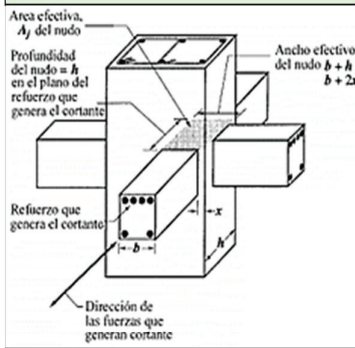
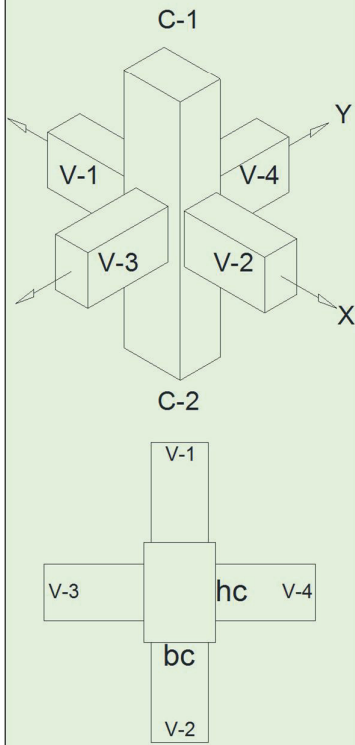
**Anclaje**

Sentido	ldh req [cm]	ldh disp [cm]	Observación
X	29.4	44.0	Cumple
Y	16.0	44.0	Cumple

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+9.75
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS INTERIORES**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
α	1.25	
φ corte	0.85	
Recub [m]	0.03	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	φ1	#	φ2	#	φ1	#	φ2	
V-1	0.30	0.45	0.39	2	22	2	22	2	20		OK	
V-2	0.30	0.45	0.39	2	22	2	22	2	20			
V-3	0.30	0.45	0.39	2	22	2	22	2	20			
V-4	0.30	0.45	0.39	2	22	2	22	2	20			

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm²]	Obs.	φ estribo [mm]
				#	φ1	#	φ2			
C-1	0.50	0.50	2.80	12	22			45.62	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.80	12	22			45.62		

**Resistencia al cortante horizontal**

*Chequeo de confinamiento por vigas*

Viga	bv [m]	bc [m]	bv > 0.75 bc	γ
V-1	0.30	0.50	No cumple	1.20
V-2	0.30	0.50	No cumple	
V-3	0.30	0.50	No cumple	
V-4	0.30	0.50	No cumple	

*Corte actuante Vj*

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm²]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
	2	6.28	329.87	121.03		
Y	1	15.21	798.28	266.70	119.30	1008.84
	2	6.28	329.87	121.03		

*Corte resistente φ Vn*

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m²]	φVn [kN]	φVn ≥ Vj
	0.10	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
Y	0.10	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK
	0.10	0.50	0.50	0.25	1349.33	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	φVn ≥ Vjv
X	908.0	OK
	908.0	OK
Y	908.0	OK
	908.0	OK

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm²]	Mn	ΣMv	Mo	ΣMc	ΣMc ≥ 1.2 ΣMv
	inf	6.28	98.042				
Y	sup	25.21	334.38	432.4	400.4	800.8	R=1.9 Cumple
	inf	6.28	98.042				

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20φv [m]	20φc [m]	Peralte [m]	hc ≥ 20φv hv ≥ 20φc
V-1	-	0.44	0.45	Cumple
V-2	-	0.44	0.45	Cumple
V-3	-	0.44	0.45	Cumple
V-4	-	0.44	0.45	Cumple
C-1,2 X	0.44	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.44	-	0.50	Cumple

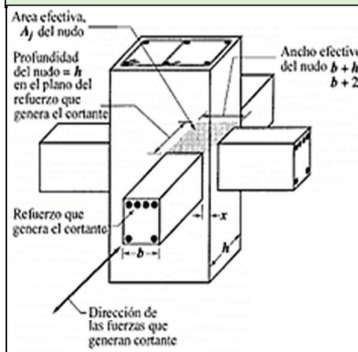
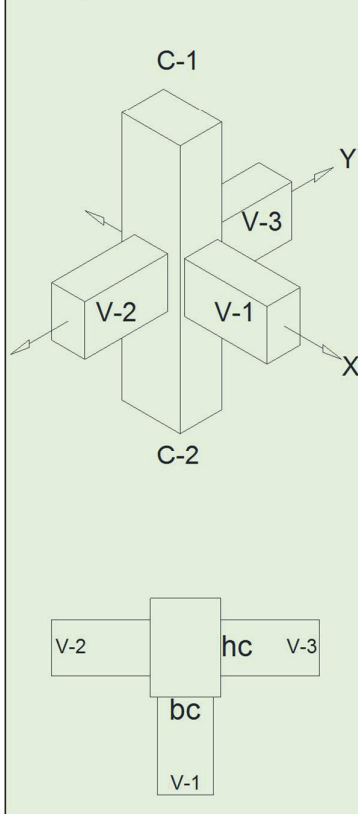
**Refuerzo de confinamiento**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm²]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
			3.23					
Y	12.5	43.0	3.13	4.1	4	12	4 ramas φ @ 12 cm	OK
			3.23					

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+9.75
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS EXTERIORES**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
$\alpha$	1.25	
$\phi$ corte	0.85	
Recub [m]	0.03	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	
V-1	0.30	0.45	0.39	2	22	2	22	2	20			OK
V-2	0.30	0.45	0.39	2	22	2	22	2	20			OK
V-3	0.30	0.45	0.39	2	22	2	22	2	20			OK

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	$\phi$ estribo [mm]
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$			
C-1	0.50	0.50	2.80	12	22			45.62	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.80	12	22			45.62		

**Resistencia al cortante horizontal**

*Chequeo de confinamiento por vigas*

Viga	bv [m]	bc [m]	bv > 0.75 bc	$\gamma$
V-1	0.30	0.50	No cumple	1.00
V-2	0.30	0.50	No cumple	
V-3	0.30	0.50	No cumple	

*Corte actuante Vj*

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
X	1	15.21	798.28	266.70	82.06	716.22
	2	6.28	329.87	121.03		
Y	1	15.21	798.28	266.70	119.30	1008.84
	2	6.28	329.87	121.03		

*Corte resistente  $\phi Vn$*

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	$\phi Vn$ [kN]	$\phi Vn \geq Vj$
X	0.10	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
	0.10	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
Y	0.10	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
	0.10	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	$\phi Vn \geq Vjv$
X	644.6	OK
	908.0	OK
Y	908.0	OK

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	$\Sigma Mv$	Mo	$\Sigma Mc$	$\Sigma Mc \geq 1.2 \Sigma Mv$
X	sup	25.21	334.38	334.38	400.42	800.8	R=2.4 Cumple
	inf	6.28	98.04	432.43	400.42	800.8	R=1.9 Cumple

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20 $\phi v$ [m]	20 $\phi c$ [m]	Peralte [m]	hc $\geq$ 20 $\phi v$ hv $\geq$ 20 $\phi c$
V-1	-	0.44	0.45	Cumple
V-2	-	0.44	0.45	Cumple
V-3	-	0.44	0.45	Cumple
C-1,2 X	0.44	-	0.50	Cumple
C-1,2 Y	0.44	-	0.50	Cumple

**Refuerzo de confinamiento**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	Ash 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
X	12.5	43.0	3.13	4.1	4	12	4 ramas $\phi$ 10 @ 12 cm	OK
			3.23					
Y	12.5	43.0	3.13	4.1	4	12	4 ramas $\phi$ 10 @ 12 cm	OK
			3.23					

**Anclaje**

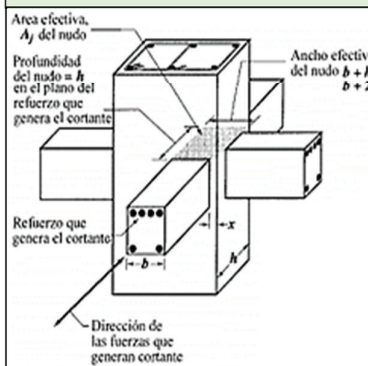
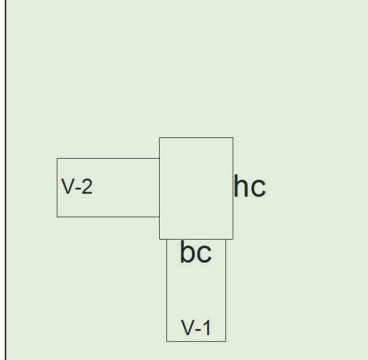
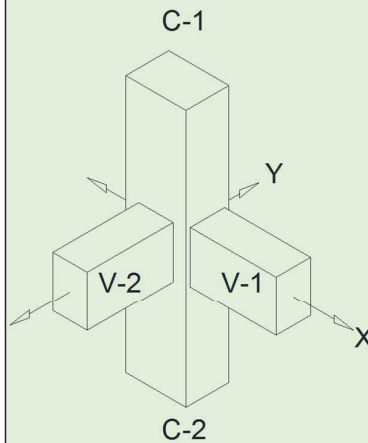
Sentido	ldh req [cm]	ldh disp [cm]	Observación
X	32.3	43.8	Cumple



<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 15 aparcado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> N+9.75
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b>

**NUDOS ESQUINEROS**

f'c [Mpa]	28	Acerca de...
Fy [Mpa]	420	
$\alpha$	1.25	
$\phi$ corte	0.85	
Recub [m]	0.03	



Viga	Base [m]	Peralte [m]	d [m]	As1 superior				As2 inferior				Obs.
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	#	$\phi 1$	#	$\phi 2$	
V-1	0.30	0.45	0.39	2	22	2	22	2	20			OK
V-2	0.30	0.45	0.39	2	22	2	22	2	20			OK

Col	Base bc [m]	Peralte hc [m]	H libre [m]	As longitudinal				As [cm <sup>2</sup> ]	Obs.	$\phi$ estribo [mm]
				#	$\phi 1$	#	$\phi 2$			
C-1	0.50	0.50	2.65	12	20			37.70	OK	10
C-2	0.50	0.50	2.65	12	20			37.70	OK	10

**Resistencia al cortante horizontal***Corte actuante Vj*

Sentido	sup,inf [1,2]	As 1,2 [cm <sup>2</sup> ]	T 1,2 [kN]	M 1,2 [kN.m]	Vcol [kN]	Vj [kN]
X	1	15.21	798.28	266.70	86.03	712.25
Y	1	15.21	798.28	266.70	86.03	712.25

*Corte resistente  $\phi Vn$* 

Sentido	x [m]	bj [m]	hj [m]	Aj [m <sup>2</sup> ]	$\phi Vn$ [kN]	$\phi Vn \geq Vj$
X	0.10	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK
Y	0.10	0.50	0.50	0.25	1124.44	OK

**Resistencia al cortante vertical**

Sentido	Vjv [kN]	$\phi Vn \geq Vjv$
X	641.0	OK
Y	641.0	OK

**Columna fuerte viga débil**

Sentido	Ubic.	As [cm <sup>2</sup> ]	Mn	$\Sigma Mv$	Mo	$\Sigma Mc$	$\Sigma Mc \geq 1.2 \Sigma Mv$
X	sup	25.21	334.38	334.4	332.5	665.0	R=2 Cumple
Y	sup	25.21	334.38	334.4	332.5	665.0	R=2 Cumple

**Control de deterioro de adherencia**

Elem	20 $\phi v$ [m]	20 $\phi c$ [m]	Peralte [m]	hc $\geq$ 20 $\phi v$	hv $\geq$ 20 $\phi c$
V-1	-	0.4	0.45	Cumple	
V-2	-	0.4	0.45	Cumple	
C-1,2 X	0.44	-	0.50	Cumple	
C-1,2 Y	0.44	-	0.50	Cumple	

**Refuerzo de confinamiento**

Sentido	s [cm]	h" [cm]	As h,2 [cm <sup>2</sup> ]	# req	#	s [cm]	Detalle diseño	Obs.
X	12.0	43.0	3.01	3.9	4	12	4 ramas $\phi 10 @ 12$ cm	OK
			3.10					
Y	12.0	43.0	3.01	3.9	4	12	4 ramas $\phi 10 @ 12$ cm	OK
			3.10					

**Anclaje**

Sentido	ldh req [cm]	ldh disp [cm]	Observación
X	29.4	43.0	Cumple
Y	16.0	43.0	Cumple

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> cimentación
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b> Internas

DATOS DE LA COLUMNA	
Longitud en sentido x, Lx [m]	0.50
Longitud en sentido y, Ly [m]	0.50

DATOS DEL SUELO	
$\sigma_{neto}$ [kPa]	200.00

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Corte	0.85
Flexión	0.90

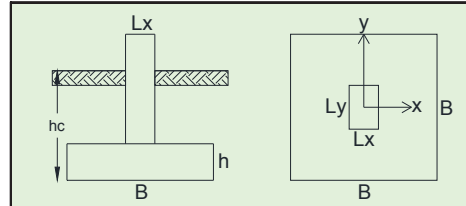
DATOS DE LA ZAPATA	
f'c [Mpa]	21
Fy [Mpa]	420
Recubrimiento [m]	0.05
Ubicación	Interior
$\beta$	0.85
Área requerida de zapata [m <sup>2</sup> ]	9.61
Longitud de base, B [m]	3.10
Área de diseño de zapata [m <sup>2</sup> ]	9.61

ESFUERZOS TRANSMITIDOS	
$\sigma_1$ [kPa]	206.68
$\sigma_2$ [kPa]	189.07
$\sigma_3$ [kPa]	188.97
$\sigma_4$ [kPa]	171.36

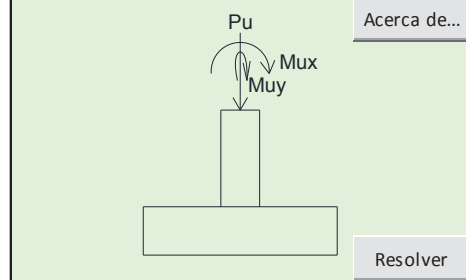
DISEÑO A CORTE	
Altura de zapata, h [m]	0.55
Vu [kN]	726.41
$\phi Vc$ [kN]	964.80
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido x	OK
Vu [kN]	709.05
$\phi Vc$ [kN]	1005.85
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido y	OK

DISEÑO POR PUNZONAMIENTO	
bo [m]	4.20
Ao [m]	0.96
Vu [kN]	2386.22
$\phi Vc$ [kN]	2419.15
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido x	OK

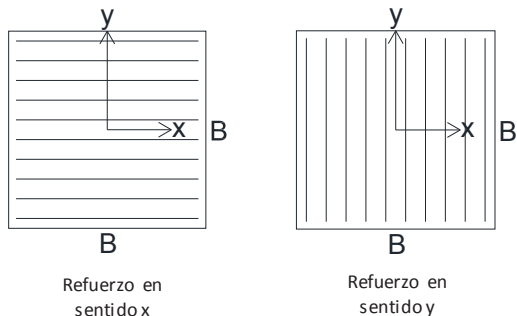
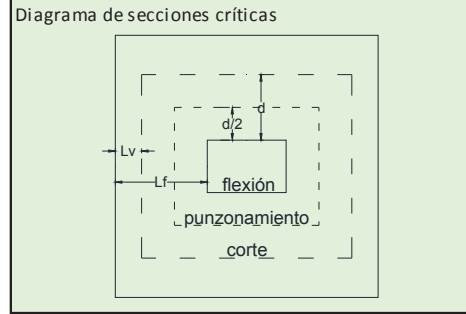
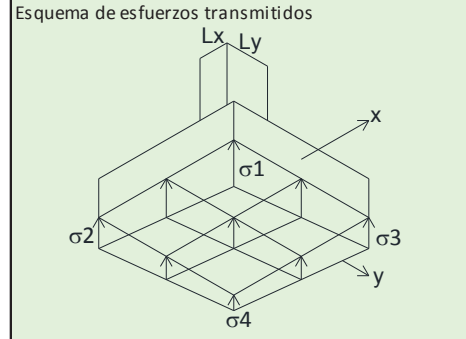
DISEÑO POR FLEXIÓN	
Mu [kN]	164.72
As nec x [cm <sup>2</sup> /m]	15.67
Diámetro del refuerzo en sentido x [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido x [m]	0.16
Mu [kN]	0.03
As nec y [cm <sup>2</sup> /m]	16.33
Diámetro del refuerzo en sentido y [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido y [m]	0.16



SOLICITACIONES DE SERVICIO (CARGAS SIN MAYORAR)			
Carga	P [kN]	M x-x [kN.m]	M y-y [kN.m]
Muerta	1456.11	0.01	0.00
Viva	360.34	0.00	0.00
Sismo	0.00	43.96	43.72



SOLICITACIONES ÚLTIMAS (CARGAS MAYORADAS)			
Carga	P	M x-x	M y-y
Combinación	2651.14	43.95	43.72



RESUMEN DE DISEÑO	
Zapata cuadrada de 3.1 m x 3.1 m x 0.55 m	
19 Ø18 @ 16 cm en el sentido x	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 15.6	
20 Ø18 @ 16 cm en el sentido y	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 16.42	

<b>PROYECTO:</b> Edificio 4P, 1S aporticado	<b>CODIGO SÍSMICO:</b> NEC	<b>NIVEL ANALIZADO:</b> cimentación
<b>UBICACIÓN:</b> Quito	<b>CODIGO AUXILIAR:</b> ACI 318S-11	<b>OBSERVACIONES:</b> Externas y esquinas

DATOS DE LA COLUMNA	
Longitud en sentido x, Lx [m]	0.50
Longitud en sentido y, Ly [m]	0.50

DATOS DEL SUELO	
$\sigma_{neto}$ [kPa]	200.00

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA $\phi$	
Corte	0.85
Flexión	0.90

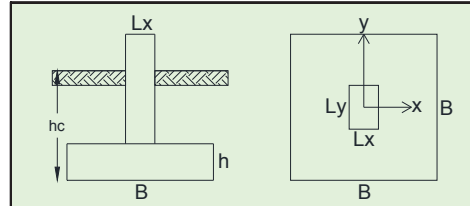
DATOS DE LA ZAPATA	
f'c [Mpa]	21
Fy [Mpa]	420
Recubrimiento [m]	0.05
Ubicación	Interior
$\beta$	0.85
Área requerida de zapata [m <sup>2</sup> ]	5.76
Longitud de base, B [m]	2.40
Área de diseño de zapata [m <sup>2</sup> ]	5.76

ESFUERZOS TRANSMITIDOS	
$\sigma_1$ [kPa]	228.49
$\sigma_2$ [kPa]	190.10
$\sigma_3$ [kPa]	204.34
$\sigma_4$ [kPa]	165.96

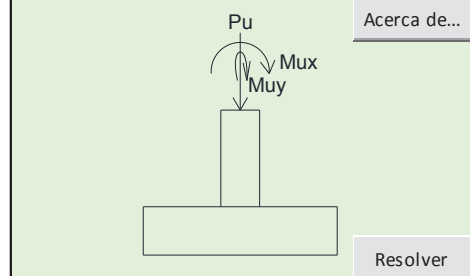
DISEÑO A CORTE	
Altura de zapata, h [m]	0.45
Vu [kN]	415.32
$\phi Vc$ [kN]	588.02
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido x	OK
Vu [kN]	401.21
$\phi Vc$ [kN]	619.80
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido y	OK

DISEÑO POR PUNZONAMIENTO	
bo [m]	3.80
Ao [m]	0.77
Vu [kN]	1414.08
$\phi Vc$ [kN]	1719.88
Vu $\leq \phi Vn$ en el sentido x	OK

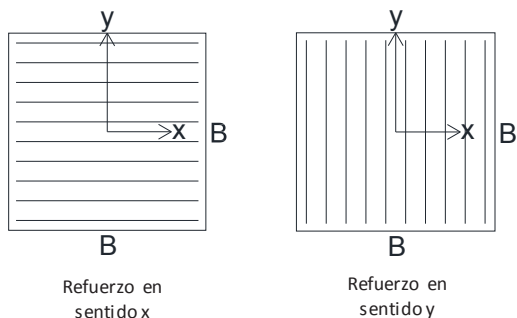
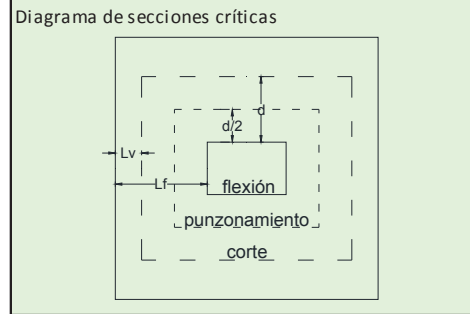
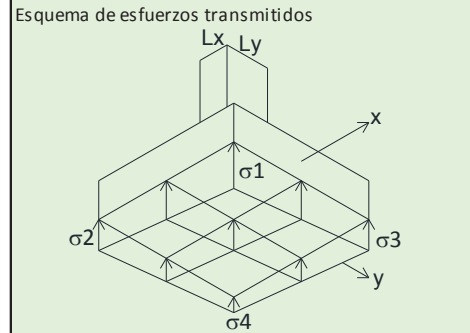
DISEÑO POR FLEXIÓN	
Mu [kN]	91.56
As nec x [cm <sup>2</sup> /m]	12.33
Diámetro del refuerzo en sentido x [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido x [m]	0.21
Mu [kN]	0.58
As nec y [cm <sup>2</sup> /m]	13.00
Diámetro del refuerzo en sentido y [mm]	18
Espaciamiento necesario en sentido y [m]	0.20



SOLICITACIONES DE SERVICIO (CARGAS SIN MAYORAR)			
Carga	P [kN]	M x-x [kN.m]	M y-y [kN.m]
Muerta	916.88	-9.05	-0.20
Viva	205.91	-2.47	-0.06
Sismo	13.21	39.34	44.48



SOLICITACIONES ÚLTIMAS (CARGAS MAYORADAS)			
Carga	P	M x-x	M y-y
Combinación	1633.69	51.99	44.76



RESUMEN DE DISEÑO	
Zapata cuadrada de 2.4 m x 2.4 m x 0.45 m	
12 Ø18 @ 21 cm en el sentido x	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 12.72	
12 Ø18 @ 20 cm en el sentido y	
As [cm <sup>2</sup> /m] = 13.78	

**ANEXO No 6.**

**PLANOS ESTRUCTURALES**