

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“ESTUDIO Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO DE 4 PLANTAS PARA UN HOTEL UBICADO EN GRAL. VILLAMIL, PLAYAS”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Dayana Romo Leroux Anchundia

Ana Paola Ávila Gordillo

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios, quién me guio por el buen camino, me dio fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor y ayuda en los momentos difíciles.

Para todas las personas que estuvieron presentes en el transcurso de este ciclo importante para el desarrollo profesional.

Ana Paola Ávila Gordillo

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto al amor de mi vida que está en el cielo, mi amado esposo Kevin Nicolás Quimi Tigrero, has hecho de mí una mejor persona y te doy gracias por haber existido y por todo el apoyo que me brindaste, he aprendido a agradecer por las cosas que daba por supuestas, como la vida, incluso aunque tengo el corazón roto, miro a nuestro hijo cada día y eso me da la alegría y fortaleza necesaria para continuar, llevo en mi memoria cada momento compartido, y al sentir una repentina ráfaga de viento sé que eres tú dándome una señal de que sigues conmigo.

Dayana Romo Leroux

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme con la vida que me dio, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

Ana Paola Ávila Gordillo

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme estar de pie hoy. A mi hijo Edward Quimi, tu paciencia, afecto y tu cariño son los detonantes de mi felicidad, libras mi mente de todas las adversidades que se presentan y eres mi principal impulso para seguir adelante. A mi familia que ha sido el pilar fundamental para lograr mis objetivos. A la Escuela Superior Politécnica del Litoral por haber contribuido en mi formación académica, y a mis maestros por permitirme aprender de ellos. Gracias a todas las personas que de una u otra manera formaron un sistema de apoyo incondicional en la realización de este proyecto.

Dayana Romo Leroux Anchundia

EVALUADORES

.....

PhD. Miguel Ángel Chávez M.

PROFESOR DE LA MATERIA

.....

Msc. Walter Francisco Hurtares O.

PROFESOR TUTOR

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Ana Paola Ávila Gordillo y Dayana Romo Leroux Anchundia damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Ana Paola Ávila Gordillo

Dayana Romo Leroux A.

RESUMEN

Los sismos representan una de las variables a considerar en todo diseño de una edificación, teniendo en cuenta que el Ecuador está ubicado en una zona de alta peligrosidad sísmica asociada a la convergencia de placas Nazca y Sudamericana, resulta vital la necesidad de desarrollar predios con dimensiones apropiadas que sean capaces de resistir este tipo de fenómenos naturales. El presente proyecto comprende el diseño estructural de un edificio sismo resistente de uso público destinado a proporcionar alojamiento temporal, situado en General Villamil. Se efectuó el análisis sísmico de la estructura de acuerdo a los parámetros establecidos por la Norma Ecuatoriana de la construcción y el comité 318-08 del Instituto Americano del Hormigón o ACI, se realizó ensayos de laboratorio de suelos que cumplen con la Norma ASTM, lo cual verifico la estratigrafía esperada en la zona. La estructura del inmueble comprende elementos de concreto armado, para ello se utilizó una resistencia del concreto de $f'c=210$ kg/cm² y de $f_y=4200$ kg/cm² para el refuerzo transversal y longitudinal, consta de vigas principales de 30x45cm en ambos sentidos, columnas de 40x40cm en los niveles superiores y de 45x45cm en planta baja. Dada la geometría del terreno se tiene simetría en planta, por lo que se propuso un sistema de losa nervada en una dirección, se distribuyó el área tanto para parqueos, piscina y cisterna. Para el caso de la cimentación se considera que la fuerza de compresión del suelo, tiene un valor de 600 kPa, siendo la profundidad de cimentación de 1.0m. Para una mayor eficacia del trabajo, se modelan los planos estructurales haciendo uso del software Revit, lo que proporciona una ventaja para obtener el resumen de materiales para el presupuesto de obra. Se presenta además el diseño de las derivaciones de AAPP, AALL, AASS, EEE, así como también el Plan de Manejo Ambiental y presupuesto general de la obra.

Palabras Clave: Sismo resistente, cimentación, losa nervada, plan de manejo ambiental.

ABSTRACT

The earthquakes represent one of the variables to be considered in any design of a building, taking into account that Ecuador is located in an area of high seismic hazard associated with the convergence of Nazca and South American plates, the need to develop properties with dimensions is vital. appropriate to be able to resist this type of natural phenomena. The present project includes the structural design of a resistant earthquake building for public use intended to provide temporary housing, located in General Villamil. The seismic analysis of the structure was carried out according to the parameters established by the Ecuadorian Construction Standard and the 318-08 committee of the American Concrete Institute or ACI, laboratory tests of soils that comply with the ASTM Standard were carried out. which verified the stratigraphy expected in the area. The structure of the building includes reinforced concrete elements, for which a concrete strength of $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ and of $f_y = 4200 \text{ kg / cm}^2$ was used for the transversal and longitudinal reinforcement, consisting of main beams of 30x45cm in both senses, columns of 40x40cm in the upper levels and 45x45cm in the ground floor. Given the geometry of the terrain, there is symmetry in the floor, so a ribbed slab system was proposed in one direction, the area was distributed for parking, swimming pool and cistern. In the case of the foundation, the compression force of the ground is considered to have a value of 600 kPa, the foundation depth being 1.0 m. For greater work efficiency, structural plans are modeled using the Revit software, which provides an advantage to obtain the summary of materials for the work budget. It also presents the design of the derivations of AAPP, AALL, AASS, EEE, as well as the Environmental Management Plan and general budget of the work.

Keywords: *Earthquake resistant, foundation, ribbed slab, environmental management plan.*

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
EVALUADORES	6
DECLARACIÓN EXPRESA.....	7
<i>RESUMEN</i>	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	IX
SIMBOLOGÍAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE APÉNDICES	XVIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XX
CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1. Introducción.....	2
1.1 Descripción del Problema.....	2
1.2 Justificación del problema	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivos General	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3

1.4	Marco Teórico	4
1.4.1	Características Generales del Cantón	4
1.4.2	Ubicación Geográfica.....	4
1.4.3	Vías de acceso	4
1.4.4	Oferta Turística	4
1.4.5	Demanda Turística y Estacionalidad.....	5
1.4.6	Localización	5
1.4.7	Descripción del área de implantación	7
1.4.8	Estudio de suelos	7
1.4.9	Cimentación.....	8
1.4.10	Criterios fundamentales para el diseño sismo resistente	8
1.4.10.1	Diseño Sismo Resistente	8
1.4.10.2	Parámetros de diseño	9
1.4.11	Medidas arquitectónicas para hostelería.....	10
1.4.11.1	Equipamiento de las habitaciones	10
1.4.12	Instalaciones de la Edificación	11
1.4.12.1	Generalidades de Diseño Hidrosanitario	11
1.4.12.2	Componentes del sistema para suministro de agua	11
1.4.12.3	Generalidades de Diseño Eléctrico	12
1.4.12.4	Diseño de derivaciones	12
CAPÍTULO 2		14
METODOLOGÍA		14
2.	metodología.....	15
2.1	Reglamentos y Normativas	15
2.2	Metodología de diseño	15
2.2.1	Software	15

2.3	Estudio Geotécnico	15
2.4	Propuesta arquitectónica.....	16
2.5	Aprovechamiento del terreno	18
2.5.1	Parqueadero.....	18
2.5.2	Áreas Verdes.....	19
2.5.3	Piscina.....	20
2.5.4	Cisterna	20
2.6	Diseño Sismo Resistente	23
2.6.1	Zonificación sísmica y factor de zona Z	23
2.6.2	Tipos de perfiles de suelos para el diseño sísmico	25
2.6.3	Categoría de edificio y coeficiente de importancia I	27
2.6.4	Coeficientes de perfil de suelo Fa, Fd, y Fs	27
2.6.5	Requisitos mínimos de Diseño Sismo Resistente	29
2.6.6	Límites permisibles de las derivas de los pisos.....	30
2.6.7	Regularidad / Configuración Estructural.....	30
2.6.7.1	Configuración estructural	30
2.6.8	Metodologías de Diseño Sísmico.....	32
2.6.8.1	Condiciones de aplicación del Diseño Basado en Fuerzas (DBF)	33
2.6.8.2	Objetivos principales del DBF	33
2.6.8.3	Límites del DBF	33
2.6.8.4	Requisitos RDBF : Fuerzas internas	33
2.6.8.5	Requisitos DDBF : Derivas de piso	34
2.7	Instalaciones Sanitarias	34
2.7.1	Dimensionamiento de la infraestructura Hidrosanitaria Interior	34
2.7.2	Requisitos del Diseño	34
2.8	Instalaciones Eléctricas.....	35

2.8.1	Diseño de derivaciones.....	35
2.9	Diseño de redes de aguas servidas	36
CAPÍTULO 3		38
RESULTADOS Y ANÁLISIS.....		38
3.	REsultados	39
3.1	Diseño Estructural	39
3.1.1	Resultados del estudio de suelos	39
3.1.2	Estimación de Cargas de diseño	41
3.1.2.1	Carga Muerta.....	41
3.1.2.2	Carga Viva	41
3.1.2.3	Combinaciones de carga	42
3.1.3	Dimensionamiento de la Losa	43
3.1.3.1	Espesor mínimo de Losa	43
3.1.3.2	Carga en el nervio	44
3.1.3.3	Verificación de Momentos y cortantes máximos.....	46
3.1.3.4	Determinación del acero de refuerzo	49
3.1.4	Determinación del espectro de respuesta	52
3.1.4.1	Cálculo del periodo fundamental de vibración (Ta)	53
3.1.4.2	Peso sísmico efectivo	54
3.1.4.3	Determinación del cortante basal.....	55
3.1.4.4	Determinación de la distribución de las fuerzas verticales	56
3.1.5	Dimensionamiento de los elementos estructurales	58
3.1.5.1	Vigas en sentido X y Y	58
3.1.5.2	Revisión de secciones	60
3.1.6	Columnas	62
3.1.7	Revisar dimensiones de secciones	63
3.1.8	Determinar el refuerzo longitudinal requerido	63
3.1.9	Criterio columna fuerte- viga débil.....	64

3.1.10	Revisión de derivas y efecto P- Δ	66
3.1.11	Cimentación.....	69
3.2	Diseño Eléctrico	75
3.2.1	Transformador	75
3.2.2	Generador para el panel de emergencia.....	77
3.3	Diseño de AASS	85
3.3.1	Calculo de las derivaciones individuales de los aparatos	85
3.3.2	Calculo de los Ramales Colectores	87
3.3.3	Cálculo de los bajantes de aguas residuales	88
3.3.4	Cálculo de la caja de registro AASS	89
3.4	Diseño de AAPP	89
3.4.1	Estimación de $Q_{max, d}$	89
3.4.2	Estimación de Q_{mp}	90
3.4.3	Estimación del diámetro de la acometida.....	92
3.4.4	Columnas o montante de AAPP.	93
3.4.5	Potencia de la bomba	93
3.5	Diseño de AALL	95
3.5.1	Canaleta	95
3.5.2	Bajantes AALL.....	96
3.6	Regularización ambiental	97
3.7	Estimación del Presupuesto	98
CAPÍTULO 4		99
Conclusiones y Recomendaciones.....		99
APÉNDICE.....		102

APÉNDICE A 103
APÉNDICE B 119
APÉNDICE C 133
APÉNDICE D 134

ABREVIATURAS

ACI	American Concrete Institute.
ASTM	American Society for Testing Materials
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
ASCE 7-10	Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures.
NEC_SE_CG	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, cargas no sísmicas.
NEC_SE_CM	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, geotecnia y cimentación.
NEC_SE_DS	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, peligro sísmico.
NFPA	National Fire Protection Association
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción.
PCRM	Pórticos de concreto resistente a momento
CAD	Computer Assisted Design
DBF	Diseño Basado en Fuerzas
ASME	The American Society of Mechanical Engineers
V	Voltaje
I	Intensidad o corriente
P	Potencia

SIMBOLOGÍAS

f_c	Resistencia a la compresión del concreto
F_y	Esfuerzo de fluencia
q_u	Ensayo de compresión simple
Ton	Tonelada
C_s	Coeficiente sísmico
V_x	Cortante Basal en sentido X
V_y	Cortante Basal en sentido Y
L	Longitud de los elementos
A_s	Área de acero
WD	Carga muerta
W_{pp}	Carga por peso propio
WL	Carga viva
W_u	Carga mayorada distribuida última
Z	Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño
F_a	Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto
F_d	Coeficiente de amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamiento para diseño en roca.
F_s	Coeficiente de comportamiento no lineal de los suelos
n	Razón entre la aceleración espectral S_a y el PGA
T_a	Período fundamental de vibración de la estructura
T_o	Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
T_c	Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
S_a	Espectro de respuesta elástico de aceleraciones
C_s	Coeficiente de respuesta sísmico
R	Coeficiente de modificación de respuesta

Ct	Coeficiente que depende del tipo de edificio
hn	Altura total de la estructura
α	Impedancia del semiespacio
I	Factor de importancia de la estructura
W	Peso sísmico
$\emptyset P$	Coeficiente de regularidad en planta
$\emptyset E$	Coeficiente de regularidad en elevación
A	Área de cada piso
N	Número de pisos
Sx	Sismo en X
Sy	Sismo en Y
s	Ancho de influencia
E	Módulo de elasticidad
qu	Carga lineal última
Mmáx	Momento máximo
V máx	Cortante máximo
d	Altura útil de la viga
bw	Ancho de la viga
$\emptyset Mn$	Momento nominal
$\emptyset Vn$	Cortante nominal
Mu	Momento último
Vu	Cortante último
IP	Índice de plasticidad
LL	Limite Liquido
LP	Limite Plástico
SC	Arena Arcillosa
CL	Arcilla Gruesa con arena
Wh	Peso húmedo
Ws	Peso seco

Ww	Peso agua
V	Cortante total en la base de la estructura
Vx	Cortante total en el piso x de la estructura
Fi	Fuerza lateral aplicada en el piso i de la estructura
Fx	Fuerza lateral aplicada en el piso x de la estructura
N	Número de pisos de la estructura
Wx	Peso asignado al piso o nivel x de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva
Wi	Peso asignado al piso o nivel i de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva
Hx	Altura del piso x de la estructura
Hi	Altura del piso i de la estructura
k	Coefficiente relacionado con el periodo de vibración de la estructura T
KLL	Factor de reducción de carga viva
At	Área total del piso
Lo	Carga viva sin reducción
L	Carga viva reducida
Pu	Carga última a compresión
Ag	Área gruesa de la columna
Ln	Longitud nominal
As min	Acero mínimo
Ly	Longitud de la columna en sentido X de los pórticos
Lx	Longitud de la columna en sentido Y de los pórticos
Mrx	Resistencia requerida a flexión en sentido X de los pórticos
Mry	Resistencia requerida a flexión en sentido Y de los pórticos
Mcx	Resistencia de diseño a flexión en sentido X de los pórticos
Mcy	Resistencia de diseño a flexión en sentido Y de los pórticos

	Cortante de entrepiso producida por las fuerzas laterales usadas para calcular ΔH
H	
L	Altura de entrepiso
ΔH	Deflexión lateral de entrepiso debido a fuerzas laterales
Δ_{max}	Deflexión máxima
ϕ_b	Factor de reducción de resistencia a la flexión
Q_i	Índice de estabilidad en el piso i
P_i	Carga axial en las columnas causado por la masa sísmica
Δ_i	Desplazamiento en el piso i
V_i	Cortante de entrepiso en el piso i
h_i	Altura de entrepiso en el piso i
$f_{P-\Delta}$	Factor que considera el efecto P- Δ
δ_{xe}	Desplazamiento medido por Etabs 2016
δ_{xi}	Desplazamiento en el piso i
θ_x	Diferencia de desplazamiento entre el piso i y el i-1
M_{pr}	Momento probable
U_x	Grados de Libertad en el plano XZ
U_y	Grados de Libertad en el plano YZ
D_x	Desplazamientos Inelásticos calculados en x
D_y	Desplazamientos Inelásticos calculados en y
Q_x	Índice de estabilidad en x
Q_y	Índice de estabilidad en y
V	Voltio
A	Amperio
W	Watt

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. 1 Ubicación del cantón Playas</i>	6
<i>Figura 1. 2 Localización del Proyecto</i>	6
<i>Figura 1. 3 Perfil del terreno</i>	7
<i>Figura 1. 4 Síntesis de la filosofía de diseño</i>	9
<i>Figura 1. 5 Niveles de amenaza sísmica</i>	9
<i>Figura 2. 1 Fachada del Hotel</i>	16
<i>Figura 2. 2 Fachada</i>	17
<i>Figura 2. 3 Implantación</i>	17
<i>Figura 2. 4 Requerimientos de estacionamiento</i>	18
<i>Figura 2. 5 Vista en planta de la zona de parqueo</i>	19
<i>Figura 2. 6 Áreas verdes del Hotel</i>	19
<i>Figura 2. 7 Piscina del Hotel</i>	20
<i>Figura 2. 8 Dotaciones para edificaciones de uso específico</i>	21
<i>Figura 2. 9 Vista en planta de la cisterna</i>	22
<i>Figura 2. 10 Vista de cortes de cisterna</i>	22
<i>Figura 2. 11 Detalle estructural de cisterna</i>	23
<i>Figura 2. 12 Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z</i>	24
<i>Figura 2. 13 Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada</i>	24
<i>Figura 2. 14 Clasificación de los perfiles de suelo</i>	26
<i>Figura 2. 15 Tipo de uso, destino e importancia de la estructura</i>	27
<i>Figura 2. 16 Tipo de suelo y Factores de sitio Fa</i>	28
<i>Figura 2. 17 Tipo de suelo y Factores de sitio Fd</i>	28
<i>Figura 2. 18 Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo Fs</i>	29
<i>Figura 2. 19 Valores de ΔM máximos, expresados como fracción de la altura de piso</i>	30
<i>Figura 2. 20 Configuraciones estructurales recomendadas</i>	31
<i>Figura 2. 21 Configuraciones estructurales no recomendadas</i>	32
<i>Figura 2. 22 Caudales instantáneos mínimos, presiones y diámetros según el equipo sanitario</i>	35
<i>Figura 2. 23 Selección del conductor</i>	36
<i>Figura 2. 24 Selección de tubería</i>	36
<i>Figura 2. 25 Rango de caudal para diseño de redes de aguas servidas</i>	37

<i>Figura 3. 1 Descripción estratigráfica del suelo.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 3. 2 Altura mínima de losa en una dirección</i>	<i>44</i>
<i>Figura 3. 3 Vista en planta de losa nervada.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 3. 4 Momentos aproximados para losas en una dirección.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 3. 5 Cortantes aproximados para losas en una dirección</i>	<i>48</i>
<i>Figura 3. 6 Terminología usada para momentos.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 3. 7 Vista en 3D del armado de losa.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 3. 8 Valores de T en función de k</i>	<i>57</i>
<i>Figura 3. 9 Visualización de la resistencia requerida para columnas</i>	<i>63</i>
<i>Figura 3. 10 Visualización de resultados de columna fuerte-viga débil en Etabs</i>	<i>65</i>
<i>Figura 3. 11 Detalle estructural de riostra</i>	<i>69</i>
<i>Figura 3. 12 Detalle de la zapata corrida</i>	<i>75</i>
<i>Figura 3. 13 Triangulo de potencia</i>	<i>76</i>
<i>Figura 3. 14 Diámetros mínimos de ramales individuales</i>	<i>85</i>
<i>Figura 3. 15 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 3. 16 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 3. 17 Dimensiones de las cajas de registro.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 3. 18 Diámetro de Acometida según el uso.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 3. 19 Tabla de Flamant.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 3. 20 Diámetro mínimo del montante.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 3. 21 Dimensión del colector de aguas lluvias en función de la intensidad de lluvia</i>	<i>96</i>
<i>Figura 3. 22 Dimensión de bajante de aguas lluvias en función de la intensidad de lluvia</i>	<i>97</i>
<i>Figura 3. 23 Catálogo de actividades de la plataforma del MAE (SUIA)</i>	<i>98</i>
<i>Figura 3. 24 Tipo de regularización ambiental.....</i>	<i>98</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 2. 1 Requisitos de diseño</i>	34
<i>Tabla 3.1 Especificaciones del material y dimensiones de la losa nervada</i>	44
<i>Tabla 3.2 Carga última en el nervio</i>	46
<i>Tabla 3.3 Determinación de momentos por método de los coeficientes</i>	48
<i>Tabla 3.4 Determinación del cortante máximo</i>	48
<i>Tabla 3.5 Revisión por cortante</i>	49
<i>Tabla 3.6 Datos de criterios estructurales</i>	49
<i>Tabla 3.7 Diámetro de varilla</i>	49
<i>Tabla 3.8 Análisis preliminar de acero de refuerzo para los nervios de la losa</i>	50
<i>Tabla 3.9 Verificación del acero mínimo</i>	51
<i>Tabla 3.10 Acero de refuerzo final</i>	51
<i>Tabla 3.11 Datos del Espectro de Respuesta</i>	52
<i>Tabla 3.12 Valores de C_t y α según el tipo de estructura</i>	53
<i>Tabla 3. 13 Período de vibración</i>	54
<i>Tabla 3.14 Peso sísmico de cada piso</i>	55
<i>Tabla 3.15 Distribución de fuerzas verticales</i>	57
<i>Tabla 3.16 Distribución de fuerzas sísmicas para torsión accidental</i>	58
<i>Tabla 3.17 Recomendaciones ACI</i>	58
<i>Tabla 3.18 Datos de viga</i>	59
<i>Tabla 3.19 Criterios estructurales</i>	59
<i>Tabla 3.20 Dimensiones de viga</i>	60
<i>Tabla 3.21 Datos de viga y criterios</i>	61
<i>Tabla 3.22 Condiciones del capítulo 21 del ACI</i>	61
<i>Tabla 3.23 Condiciones del capítulo 21 del ACI</i>	61
<i>Tabla 3.24 Dimensión de columna</i>	62
<i>Tabla 3.25 Condiciones del capítulo 21 del ACI</i>	62
<i>Tabla 3. 26 Resumen del refuerzo de columnas</i>	64
<i>Tabla 3. 27 Índice de estabilidad</i>	66
<i>Tabla 3. 28 Derivas en la dirección X</i>	66

<i>Tabla 3. 29 Derivas en la dirección Y.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 3. 30 Derivas en la dirección X</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 3. 31 Derivas en la dirección Y.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 3. 32 Torsión en X.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 3. 33 Torsión en Y</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 3. 34 Pre dimensionamiento de la cimentación</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 3.35 Diseño de la cimentación</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 3.36 Diseño por cortante de la viga</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 3.37 Diseño por flexión de la zapata y viga</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 3. 38 Demanda en amperios del Hotel</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 3. 39 Diseño eléctrico planta baja, iluminarias.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 3. 40 Diseño eléctrico planta baja, tomacorrientes</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 3. 41 Diseño eléctrico pisos 1-2, iluminarias.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 3. 42 Diseño eléctrico pisos 1-2, tomacorriente.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 3.43 Diseño eléctrico piso 3, iluminarias</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 3. 44 Diseño eléctrico piso 3, tomacorrientes.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 3. 45 Diseño eléctrico de la terraza, iluminarias.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 3. 46 Diseño eléctrico de la terraza, tomacorrientes</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 3. 47 Diámetro mínimo y comercial para los ramales de cada habitación</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 3.48 Diámetro mínimo y comercial para los ramales del tercer piso.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 3.49 Diámetro mínimo y comercial para los ramales de la planta baja</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 3.50 Diámetro mínimo y comercial para los ramales de la terraza</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 3. 51 Diámetros de los ramales colectores del hotel.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 3. 52 Diámetro de las bajantes y ubicación en el perímetro</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 3. 53 Consumo Máximo diario</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 3. 54 Cálculo del caudal a producir en la planta baja</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 3. 55 Cálculo del caudal a producir en el piso 1</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 3. 56 Cálculo del caudal a producir en el piso 2</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 3. 57 Cálculo del caudal a producir en el piso 3</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 3. 58 Cálculo del caudal a producir en la terraza.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 3. 59 Cálculo de la succión para la bomba</i>	<i>94</i>

ÍNDICE DE APÉNDICES

<i>Figura A.1 Perforación 1</i>	104
<i>Figura A.2 Perforación 2</i>	104
<i>Figura A.3 Perforación 3</i>	105
<i>Figura A.4 Registro de calicatas</i>	106
<i>Figura A.5 Resultados del laboratorio de perforaciones</i>	107
<i>Figura A.6 Resultados del laboratorio de calicatas</i>	108
<i>Figura A.7 Gráfico Etapa de Corte, espécimen 1 (Esfuerzo vs Deformación Axial)</i>	109
<i>Figura A.8 Gráfico de Etapa de Corte, espécimen 2 (Esfuerzo vs Deformación Axial)</i>	110
<i>Figura B. 1 Longitud requerida de anclaje del refuerzo</i>	127
<i>Figura B. 2 Cortantes de diseño para vigas y columnas</i>	128
<i>Tabla A.1 Datos iniciales del espécimen 1 y 2 (diferencia de 1 semana entre muestras)</i>	109
<i>Tabla A.2 Condiciones de Corte y Falla</i>	110
<i>Tabla A.3 Muestra 1, Granulometría</i>	111
<i>Tabla A.4 Muestra 1, Límite Líquido</i>	111
<i>Tabla A.5 Muestra 1, Límite Plástico</i>	112
<i>Tabla A.6 Propiedades del Índice, Muestra 1</i>	112
<i>Tabla A.7 Muestra 2, Granulometría</i>	112
<i>Tabla A.8 Muestra 2, Límite Líquido</i>	113
<i>Tabla A.9 Muestra 2, Límite Plástico</i>	113
<i>Tabla A.10 Propiedades del Índice, Muestra 2</i>	114
<i>Tabla A.11 Muestra 3, Granulometría</i>	114
<i>Tabla A.12 Muestra 3, Límite Líquido</i>	115
<i>Tabla A.13 Muestra 3, Límite Plástico</i>	115
<i>Tabla A.14 Propiedades del Índice, Muestra 3</i>	116
<i>Tabla A.15 Muestra 4, Granulometría</i>	116
<i>Tabla A.16 Muestra 4, Límite Líquido</i>	117
<i>Tabla A.17 Muestra 4, Límite Plástico</i>	117
<i>Tabla A.18 Muestra 4, Límite Líquido</i>	118

<i>Tabla B.1 Valores de aceleración espectral.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla B.2 Refuerzo requerido a flexión del piso 1</i>	<i>122</i>
<i>Tabla B.3 Análisis de la cuantía</i>	<i>122</i>
<i>Tabla B.4 Comprobación de momentos del piso 1</i>	<i>123</i>
<i>Tabla B. 5 Refuerzo requerido a flexión del piso 2.....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla B.6 Comprobación de momentos del piso 2</i>	<i>124</i>
<i>Tabla B.7 Refuerzo requerido a flexión del piso 3</i>	<i>124</i>
<i>Tabla B.8 Comprobación de momentos del piso 3</i>	<i>125</i>
<i>Tabla B.9 Refuerzo requerido a flexión del piso 4</i>	<i>125</i>
<i>Tabla B.10 Comprobación de momentos del piso 4</i>	<i>126</i>
<i>Tabla B. 11 Cálculo de longitud requerida de anclaje del refuerzo</i>	<i>127</i>
<i>Tabla B. 12 Determinación de estribo y separación</i>	<i>131</i>
<i>Tabla B. 13 Espaciamiento de los estribos de confinamiento</i>	<i>132</i>

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 3.1 Determinación de dirección de trabajo de la losa</i>	<i>43</i>
<i>Gráfico 3. 2 Dimensiones de los nervios de la losa</i>	<i>46</i>
<i>Gráfico 3.3 Momentos según localización en el segmento de losa</i>	<i>47</i>
<i>Gráfico 3.4 Diagrama de cortante</i>	<i>48</i>
<i>Gráfico 3.5 Espectros de Respuesta</i>	<i>53</i>
<i>Gráfico 3.6 Vista en planta de la viga de diseño</i>	<i>59</i>

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El turismo es aquel que se entiende como parte de un fenómeno social de desplazamiento de personas con el objetivo de recrearse, divertirse y trabajar; General Villamil Playas, cuenta con una oferta de atractivos turísticos naturales y culturales muy singular, en sus catorce kilómetros de playas se puede disfrutar de uno de los mejores climas del mundo y entrar en contacto con su variada gastronomía, amplia naturaleza e historia. Dada su corta distancia a la ciudad de Guayaquil se constituye un lugar favorito para el turismo de playa de varios miles de ecuatorianos, de modo especial en época vacacional de la Costa.

Los hoteles, como la mayoría de las organizaciones turísticas, se enfrentan a un entorno altamente cambiante y competitivo que se caracteriza por la estacionalidad, la inversión en infraestructuras, así como, una creciente exigencia del cliente. Todos estos factores motivan un interés por la calidad de la prestación del servicio y de la atención al cliente.

1.1 Descripción del Problema

Según el Ministerio de Turismo (2016) el cantón General Villamil Playas cuenta con 3000 plazas disponibles en infraestructura hotelera (Del Hierro, 2017), la misma que es insuficiente para atender a la gran demanda turística en temporadas altas, ocasionando que los turistas recurran hacia otros destinos. Al no haber suficiente cantidad de oferta para que el turista disfrute del balneario, esto disminuye la capacidad de competir frente a otros, que poseen grandes atractivos turísticos en el sector hotelero.

Aprovechando el potencial turístico del cantón, resulta factible invertir en una infraestructura hotelera que cuente con componentes estructurales de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficientes para soportar la acción de las fuerzas sísmicas causadas por sismos frecuentes. Por ello, el presente trabajo plantea una estructuración cómoda, segura y con áreas de confort.

1.2 Justificación del problema

Se toma como punto de partida un análisis sísmico debido a que nuestro país se encuentra ubicado cerca del cinturón de fuego, lugar donde resulta común que se presenten sismos de distintos grados de magnitud, por lo que resulta indispensable tener una adecuada capacidad para desarrollar el análisis y diseño estructural del edificio utilizando los parámetros comprendidos en las normas vigentes en nuestro país. Este tipo de diseño proporciona una mayor seguridad ante eventos no predecibles a que los turistas, además de la comunidad, están expuestos en su diario vivir.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos General

- Realizar el análisis y diseño estructural de un edificio de cuatro niveles destinado para uso de hospedaje en el Cantón General Villamil (Playas), sobre un terreno de 365.39 m².

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar el estudio de suelos del terreno.
- Calcular el Pre-dimensionamiento de la estructura obteniendo las dimensiones tentativas y modelarlo en el "Software ETABS 2016".
- Elaborar el diseño de las derivaciones hidrosanitarias y eléctricas de la infraestructura.
- Analizar el comportamiento de la estructura verificando el desempeño sísmico de acuerdo con la Normativa Ecuatoriana de Construcción (NEC).
- Escoger el tipo de cimentación para una adecuada resistencia de las cargas aplicadas a la estructura.
- Elaborar los planos de la edificación utilizando el software REVIT, AutoCAD.
- Realizar el análisis de costos y presupuesto de la obra.
- Preparar el plan de manejo ambiental para las distintas actividades del proyecto, eliminando o minimizando los impactos ambientales y sociales negativos.

1.4 Marco Teórico

1.4.1 Características Generales del Cantón

General Villamil Playas es una cabecera cantonal que tiene como principal recurso una amplia playa, fue en sus inicios un puerto pesquero y se estableció como parroquia de Guayaquil el 9 marzo de 1910, y fue solo hasta el 15 de agosto de 1989 que se convirtió en cantón. Desde mediados del siglo XX, la urbe ha presentado un acelerado crecimiento demográfico, después de la creación de la Provincia de Santa Elena en el 2007, se constituyó como el único balneario de la provincia del Guayas, lo que procuro una mejor inversión sobre este cantón en su infraestructura turística.

1.4.2 Ubicación Geográfica

Playas está localizada en la región litoral del Ecuador, se encuentra en el extremo sur de la Península de Santa Elena en la parte oeste del golfo de Guayaquil, a una altitud de 9 msnm y con un clima seco tropical de 26 °C en promedio; sus límites son:

- Norte: Localidades de Enyunga y Gómez Rendon
- Sur: Recinto Posorja
- Este: Localidades de San Juan, San Miguel y El Morro
- Oeste: Océano Pacifico

1.4.3 Vías de acceso

Se puede acceder por la autopista Guayaquil-Salinas y luego se toma la vía Progreso-Playas, dentro del cantón existen buses, taxis y moto taxis que proveen el servicio de transporte público Inter parroquial y urbano.

1.4.4 Oferta Turística

La oferta turística es el conjunto de servicios que suministran elementos capaces de facilitar la comercialización del producto turístico a fin de satisfacer la demanda de los visitantes, en esta condición se entiende por cualquier establecimiento en donde el cliente y/o usuario son principalmente turista; se compone de tres elementos fundamentales:

- Recursos turísticos
- Infraestructuras

- Empresas turísticas

La oferta complementaria se compone de: restaurantes, bares, teatros, instalaciones deportivas, otros.

En lo que respecta al Cantón Playas, los mejores atractivos lo constituyen sus extensas playas ubicadas dentro de la “Ruta del Pescador”, estas fueron declaradas Área Nacional de Recreación en el año 2011 por el Ministerio de Ambiente del Ecuador mediante el Acuerdo Ministerial No. 163. (Solis Coronel, 2016)

1.4.5 Demanda Turística y Estacionalidad

En el cantón se destaca una alta estacionalidad en dos temporadas muy marcadas, en lo que respecta a la temporada de la región costa, se concentra entre los meses de enero a abril, por otra parte, para la región sierra se da en los meses de julio a septiembre. Además, según los datos del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD, n.d.) Municipal del Cantón Playas los feriados con más concurrencia de turistas son “Carnaval” y “Semana Santa”, oscilando alrededor de 40 mil visitantes por fecha.

1.4.6 Localización

El proyecto se desarrolla sobre un área de 365.39 m², ubicado en el cantón General Villamil, el terreno es esquinero estará ubicado entre la Avenida 3era y Calle 2da y se encuentra a cuatro minutos de la playa.

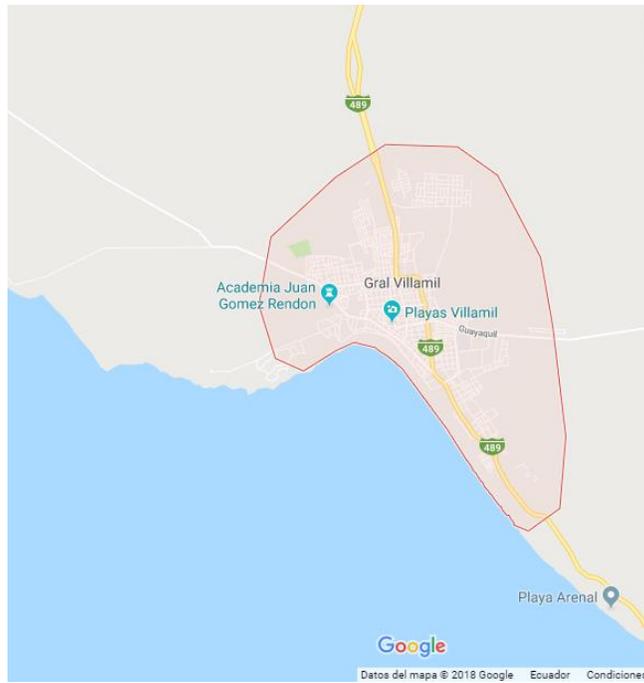


Figura 1. 1 Ubicación del cantón Playas

Fuente: Google Maps, 2019



Figura 1. 2 Localización del Proyecto

Fuente: Google Earth, 2019

1.4.7 Descripción del área de implantación

El clima donde se ejecutará el proyecto es cálido húmedo y se encuentra a una altura de 3 msnm, la pendiente del suelo es menor al 30%, por lo tanto, es llano y el tipo de suelo es arcilloso, semi fértil y su permeabilidad es considerada como media. A continuación, se muestra el polígono trazado del sector, con su respectiva planimetría y perfil topográfico obtenido de Google Earth.



Figura 1. 3 Perfil del terreno

Fuente: Google Earth, 2019

1.4.8 Estudio de suelos

La mayoría de la población del Cantón Playas se encuentra asentada sobre la formación Tablazo de edad cuaternaria, la cual forma una terraza prácticamente plana, presenta capas de suelos arcillosos de baja permeabilidad, incluye areniscas de grano fino con lentes de conglomerado y micro conglomerado y grano medio poco consolidados. Sin embargo, en el sector Noroccidental del cantón, se encuentra formaciones geológicas más antiguas entre las que sobresalen, el grupo Azúcar, del Eoceno, constituidas por lutitas y areniscas de grano medio masivas. (Estudio de Impacto Ambiental Playas, 2013)

1.4.9 Cimentación

La cimentación es la sub estructura que está encargada de transmitir las cargas al terreno de implantación, de tal forma que no superen las tensiones admisibles del terreno. Se realizó el diseño de zapata corrida en una dirección, el cálculo y detalle se presenta a continuación. Las vigas riostras son el elemento de la cimentación que une las zapatas entre sí, consiguiendo que la cimentación sea más estable. La base de la viga de riostra será igual o mayor de $L/20$ entre los miembros conectados. Este dimensionado se verificará considerando las vigas de riostras como un tirante con la mayor fuerza axial de las columnas que enlaza. La separación máxima de los estribos cerrados no será mayor que la mitad de la menor dimensión transversal pero no más de 30 cm. Las vigas de riostras cumplirán con los requisitos de recubrimiento de la Subsección 20.6.1.3 del ACI 318-14 y en su base también se dispone de un lecho de concreto pobre o piedra picada para evitar que la viga asiente y se fisure. (Construcción acero).

1.4.10 Criterios fundamentales para el diseño sismo resistente

La estructura de un edificio sismo resistente se define por tener las siguientes características en consideración para el análisis:

- Configuración del Edificio
- Simetría
- Altura
- Extensión en planta
- Distribución y concentración de masas
- Densidad de estructura en planta
- Rigidez
- Piso flexible
- Resistencia perimetral
- Torsión

1.4.10.1 *Diseño Sismo Resistente*

El objetivo de la filosofía de diseño basada en desempeño busca prevenir pérdida de vidas humanas evitando daños estructurales, no estructurales y posibles colapso de estructura.

La filosofía de diseño sismo resistente se sintetiza como sigue:

Nivel de desempeño estructural (prevención)	Elementos estructurales	Elementos estructurales no	Tasa anual de excedencia
Servicio	Ningún daño	Ningún daño	0.023
Daño	Ningún daño	Daños	0.01389
Colapso	Cierto grado de daño	Daños considerables	0.00211

Figura 1. 4 Síntesis de la filosofía de diseño

Fuente: NEC-SE-DS

La Norma Ecuatoriana establece requisitos mínimos que son de carácter obligatorio a nivel nacional, para reducir el riesgo sísmico a niveles aceptables. La Seguridad sísmica puede ser descrita por 4 niveles de riesgo sísmico relacionados con la probabilidad de ocurrencia de eventos sísmicos.

Nivel de sismo	Sismo	Probabilidad de excedencia en 50 años	Período de retorno T_r (años)	Tasa anual de excedencia ($1/T_r$)
1	Frecuente (menor)	50%	72	0.01389
2	Ocasional (moderado)	20%	225	0.00444
3	Raro (severo)	10%	475	0.00211
4	Muy raro* (extremo)	2%	2 500	0.00040

Figura 1. 5 Niveles de amenaza sísmica

Fuente: NEC-SE-DS

1.4.10.2 **Parámetros de diseño**

- Zona sísmica del Ecuador donde se va a construir la estructura. (véase Figura 3.3 y Figura 3.4).
- Las características del suelo del sitio de emplazamiento. (véase Figura 3.5).
- El tipo de uso, destino e importancia de la estructura (coeficiente de importancia I: véase Figura 3.6)

- Las estructuras de uso normal deberán diseñarse para una resistencia tal que puedan soportar los desplazamientos laterales inducidos por el sismo de diseño, considerando la respuesta inelástica, la redundancia, la sobre resistencia estructural inherente y la ductilidad de la estructura.
- Para las estructuras de ocupación especial y edificaciones esenciales, además de los requisitos aplicables a las estructuras de uso normal, se aplicarán verificaciones de comportamiento inelástico para diferentes niveles de terremotos.
- La resistencia mínima de diseño para todas las estructuras deberá basarse en las fuerzas sísmicas de diseño establecidas en la Norma Ecuatoriana:
 - o El nivel de desempeño sísmico
 - o El tipo de sistema y configuración estructural a utilizarse
 - o Los métodos de análisis a ser empleados

1.4.11 Medidas arquitectónicas para hostelería

Originalmente un establecimiento de hospedaje y restauración, a menudo con un encanto exclusivo, actualmente el hotel pertenece a una industria de servicios compleja y eficiente. Hay hoteles de diferentes precios y grados de confort que se clasifican en cinco categorías. Las habitaciones ocupan la mayor parte de la superficie del hotel. La calidad de la habitación es un criterio fundamental para la apreciación del hotel por parte del cliente.

La distribución básica de un hotel consta de:

- o Vestíbulo y recepción
- o Administración
- o Salas del personal con accesos propios y con conexión directa con otras zonas del hotel
- o Zona de habitaciones con diferentes tipos
- o Zona de servicios y mantenimiento (cocina, almacenes, y espacios auxiliares)

1.4.11.1 Equipamiento de las habitaciones

Según la Normativa Alemana DEHOGA, se distinguen cinco categorías, que vienen marcadas sobre todo por el equipamiento y el tamaño de la habitación.

- **Una estrella (turista):** Habitación individual 8 m², habitación doble 12 m² (dimensiones mínimas para el 75% de las habitaciones, sin baño), cama, armario, asiento, lavabo en la habitación, recepción en un espacio separado.
- **Dos estrellas (estándar):** Como en el caso anterior, pero habitación individual de 12 m², habitación doble 16 m² (dimensiones mínimas para el 75% de las habitaciones, baño y pasillo distribuidor incluidos), baño en la habitación (en el 70% de las habitaciones), un asiento por cama, TV (en el 70% de las habitaciones).
- **Tres estrellas (confort):** Como en el caso anterior, pero habitación individual de 14 m², habitación doble de 18 m², baño en la habitación (en todas las habitaciones), teléfono, vestíbulo con asientos, recepción autónoma.
- **Cuatro estrellas (primera clase):** Como en el caso anterior, pero habitación individual de 16 m², habitación doble 22 m², mini bar, butaca/sofá con mesilla, vestíbulo con asientos y servicio de bebidas.
- **Cinco estrellas (lujo):** Como en el caso anterior, pero habitación individual de 18 m², habitación doble de 26 m², 2% de las habitaciones son suites (mínimo dos), una butaca/sofá por cama, lavado adicional en habitaciones dobles y suites, televisor adicional en las suites, vestíbulo de recepción.

1.4.12 Instalaciones de la Edificación

Las instalaciones son el conjunto de redes y equipos fijos que permiten el suministro y operación de los servicios públicos necesarios para cumplir su función, sin importar el tipo de edificio

1.4.12.1 Generalidades de Diseño Hidrosanitario

Según la Norma Ecuatoriana del 2011, se establecen parámetros mínimos obligatorios y recomendaciones para el diseño, que buscan garantizar el buen desempeño de las instalaciones interiores de agua potable del predio, incluyendo la seguridad sanitaria. La ejecución de proyectos para suministro de agua en edificaciones, son llamados proyectos de instalaciones prediales de agua fría.

1.4.12.2 Componentes del sistema para suministro de agua

Los elementos que componen el sistema para suministro de agua en edificaciones son:

- Acometida

- Nudo de regulación, monitoreo y control interno

1.4.12.3 Generalidades de Diseño Eléctrico

- Los circuitos se juntan de acuerdo a su localización y uso
- Debe proyectarse, al menos, un circuito por cada 70 m²
- Deberá existir al menos un circuito que alimentará, exclusivamente, a tomacorrientes instalados en la cocina y artefactos de iluminación.
- Para determinar la cantidad de puntos de iluminación o salidas de tomacorrientes en edificaciones, en cada habitación habrá, al menos, un punto de iluminación, también se colocará un tomacorriente por cada 6m del perímetro de la habitación.
- En las instalaciones en salas de baños, los artefactos de iluminación que se instalen en el interior del cubículo de la ducha, deberán ser a prueba de salpicaduras.
- La capacidad nominal del circuito derivado, no debe ser inferior a la carga continua más el 25 % de la carga continua. (alumbrado)
- Cargas continuas son las que operan durante tres o más horas.
- Se consideran cargas continuas los circuitos de iluminación y los equipos de trabajo constante como bombas de agua.
- Los tomacorrientes polarizados instalados en circuitos de 15 A y 20 A deben tener polo a tierra, colocados por lavamanos, mesones o cuartos de baños y duchas eléctricas.
- En edificios solamente para alumbrado, no debe superar el 80% de la corriente nominal.
- En zonas de lavandería por lo menos un tomacorriente para lavadora y plancha.
- En el momento de realizar el sistema de iluminación debe verificarse que los sistemas de ductos estén limpios y libres de agentes externos.
- Asegurar la protección de sistema de alambrado contra daños físicos, humedad y agentes atmosféricos.

1.4.12.4 Diseño de derivaciones

1. Determinación de las cargas
2. Escoger las características y tamaño del conductor

3. Escoger el diámetro de la tubería
4. Escoger el tamaño de cajas o cajetines
5. Dimensionar estructuras de control (disyuntores)

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

2.1 Reglamentos y Normativas

- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015
- American Concrete Institute ACI 318-14
- American Society for Testing and Materials ASTM
- Instituto Ecuatoriano de Normalización Norma Técnica Ecuatoriana

2.2 Metodología de diseño

Para este proyecto empleamos el software Revit de Autodesk para la realización de presupuestos y cálculo de cantidades de material.

Se realizó también el diseño arquitectónico incluyendo las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias de la edificación como adicional a los diseños estructurales considerando los departamentos por cada piso. Se elaboró los planos en el software AutoCAD y Sketchup (fachada).

2.2.1 Software

- AutoCAD v19 y Revit v19: Generación de planos y Modelo 3D del proyecto.
- Etabs v16: Análisis del comportamiento de la estructura.
- SketchUP v17: Elaboración de fachada del proyecto

2.3 Estudio Geotécnico

Se recolecto muestras del terreno usando tubo shelby mediante calicatas de 2m de profundidad. Los ensayos de laboratorio realizados cumplieron con procedimientos y especificaciones técnicas de las Normas ASTM, y fueron los siguientes:

- Contenido de Humedad ASTM D-2216
- Granulometría ASTM D-422
- Límites de Atterberg ASTM D-4318
- Clasificación de suelos ASTM D-2487

- Determinación de la resistencia ASTM D-2850

Los resultados de los ensayos se muestran en el **Anexo 1**.

2.4 Propuesta arquitectónica

El inmueble será de hormigón armado y contará con 4 pisos destinado para uso de hotel, su estructuración se basará en un diseño sismo resistente, el terreno es esquinero y cuenta con un frente de 18.80 m, y sus lados derecho e izquierdo con 19.0 m y 22.40 m respectivamente.

La planta baja contara con sala de recepción, restaurant, cocina y áreas comunes donde se ubican los ingresos a escalera y piscina. El primer y segundo piso tienen una distribución típica, son 3 habitaciones con su baño privado. El tercer piso es de uso del propietario del inmueble, cuenta con cocina, comedor, sala y 3 habitaciones con baño privado.

Los cálculos referentes al comportamiento del edificio bajo la acción de cargas verticales y horizontales provenientes de un sismo se hicieron a través del programa de cálculo estructural Etabs 2016, para de esta manera obtener un diseño eficiente. A continuación, se presenta la fachada frontal y lateral del Hotel, así como los planos arquitectónicos del mismo.



Figura 2. 1 Fachada del Hotel



Figura 2. 2 Fachada

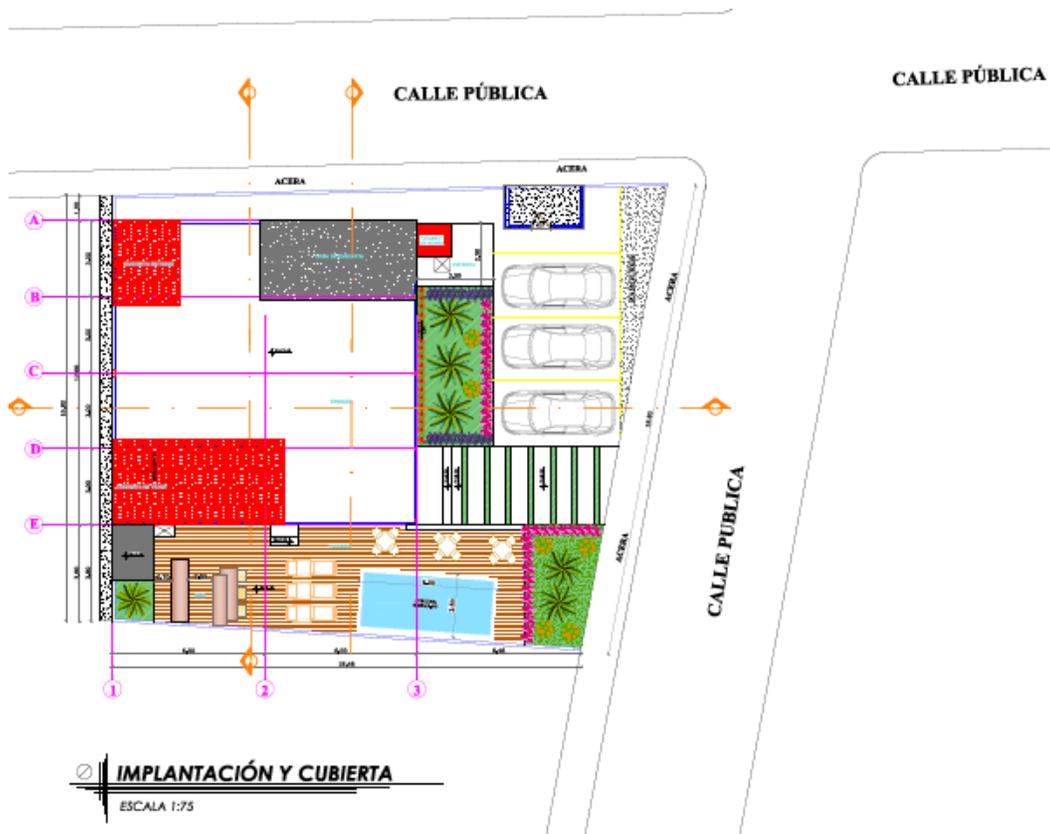


Figura 2. 3 Implantación

2.5 Aprovechamiento del terreno

2.5.1 Parqueadero

Según el Reglamento de Alojamiento Turístico del Ecuador (Suplemento Registro Oficial N465, 2015), el Hotel deberá contar con al menos 3 estacionamientos dentro o fuera del establecimiento.

ANEXO 1. HOTEL - H					
Requerimientos por categoría – H					
REQUISITOS		HOTEL 5 ESTRELLAS	HOTEL 4 ESTRELLAS	HOTEL 3 ESTRELLAS	HOTEL 2 ESTRELLAS
Nro.	REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA				
	INSTALACIONES GENERALES				
1	Servicio de estacionamiento temporal para vehículo (embarque y desembarque de pasajeros), frente al establecimiento.	X	X		
2	Estacionamiento propio o contratado, dentro o fuera de las instalaciones del establecimiento. <i>En caso de que con la aplicación del porcentaje el resultado sea menor a tres, mínimo tres espacios de estacionamiento, para las categorías de cinco, cuatro y tres estrellas.</i> <i>Nota: Ref. Acdo. No. 20150101 de 14.10.2015</i>	20%	15%	10%	0%

Figura 2. 4 Requerimientos de estacionamiento

Fuente: Reglamento de Alojamiento Turístico del Ecuador-2015

Se considero la construcción de 3 aparcamientos en un área de 38 m² en la parte principal del Hotel.

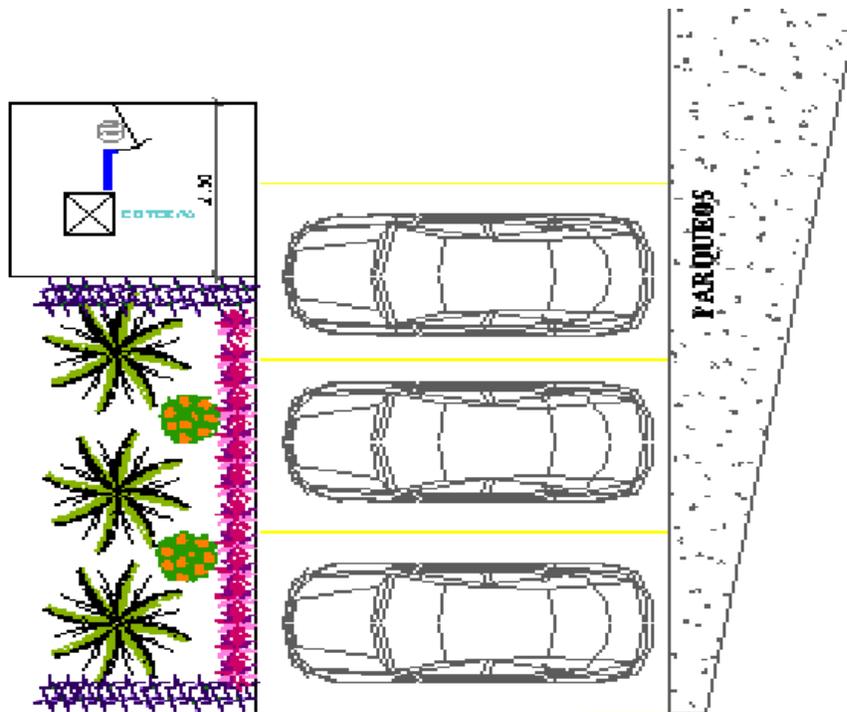


Figura 2. 5 Vista en planta de la zona de parqueo

2.5.2 Áreas Verdes

Se colocará jardineras en la parte frontal del Hotel en un área de 3 x 6.30 m con palmeras de mediana altura y arbustos, así como en los sectores de la piscina en un espacio de dimensiones 3.50 x 4.50 m.



Figura 2. 6 Áreas verdes del Hotel

2.5.3 Piscina

Se estimó la construcción de una piscina rectangular de dimensiones 6.00 x 2.50 m con una profundidad de 1.60 m que se ubicara en la parte lateral derecha de la edificación.

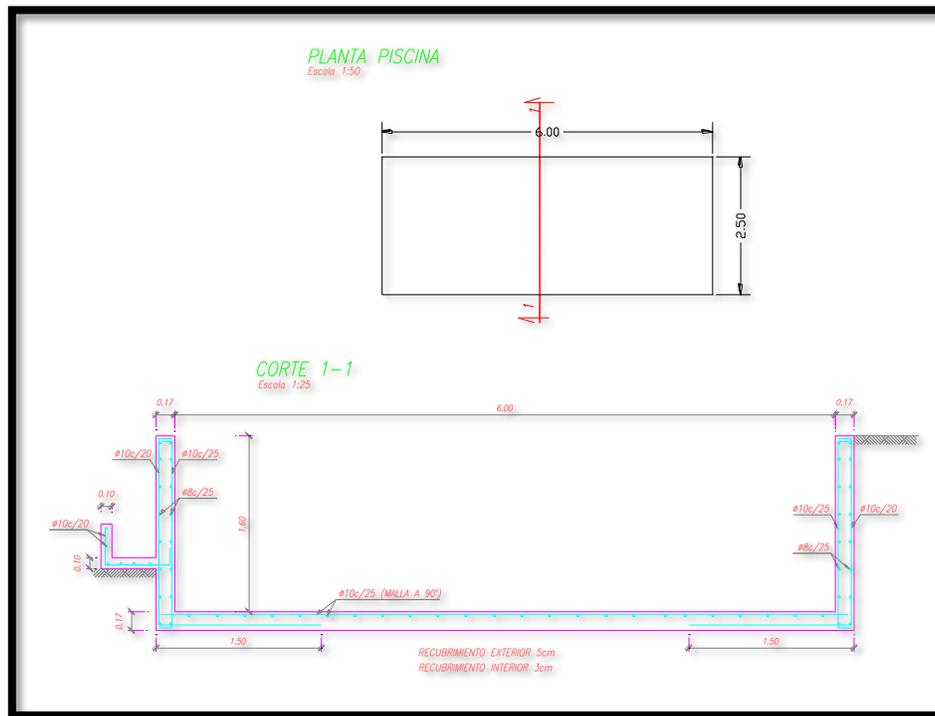


Figura 2. 7 Piscina del Hotel

2.5.4 Cisterna

Según la Norma Hidrosanitaria (NEC 2011), la dotación para edificaciones de uso Hotelero depende del número de camas que hay por piso. Según la arquitectura de nuestro proyecto se cuenta con un total de 18 camas; por lo tanto, a la dotación será de 400 lt/día/cama, multiplicado por el número de camas da un total de 7200 lt/día que es equivalente a 7.2 m³ de agua por día. La cisterna debe ser capaz de almacenar por lo menos 1/3 de la dotación de agua diaria del edificio, con ello su capacidad debe ser:

$$\text{Volumen mínimo de cisterna} = 1/3 * 7.2 = 2.4 \text{ m}^3$$

Para términos de nuestro proyecto se estableció una dimensión de 2.50 m x 3.00 m para uso de cisterna, con una altura útil de 1.3 m.

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m ² área útil /día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m ² área útil /día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas en	L/ocupante/día	350 a 800

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
adelante		
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m ² /día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m ² área útil /día	15 a 30
Prisiones	L/persona/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/ m ² área útil /día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Zonas industriales, agropecuarias y fábricas*	L/s/Ha	1 a 2

Figura 2. 8 Dotaciones para edificaciones de uso específico

Fuente: NEC 2011

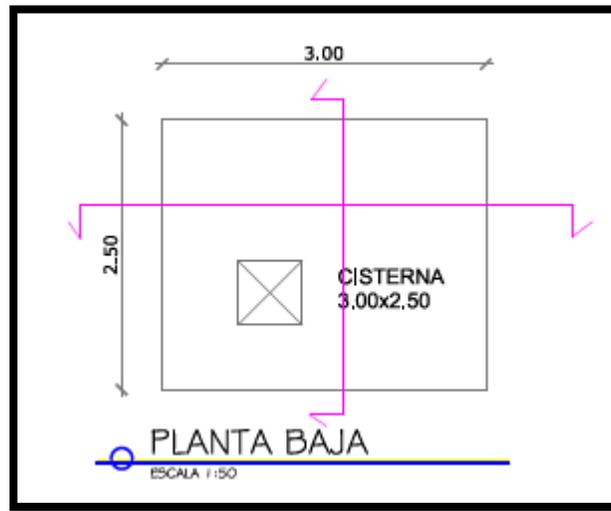


Figura 2. 9 Vista en planta de la cisterna

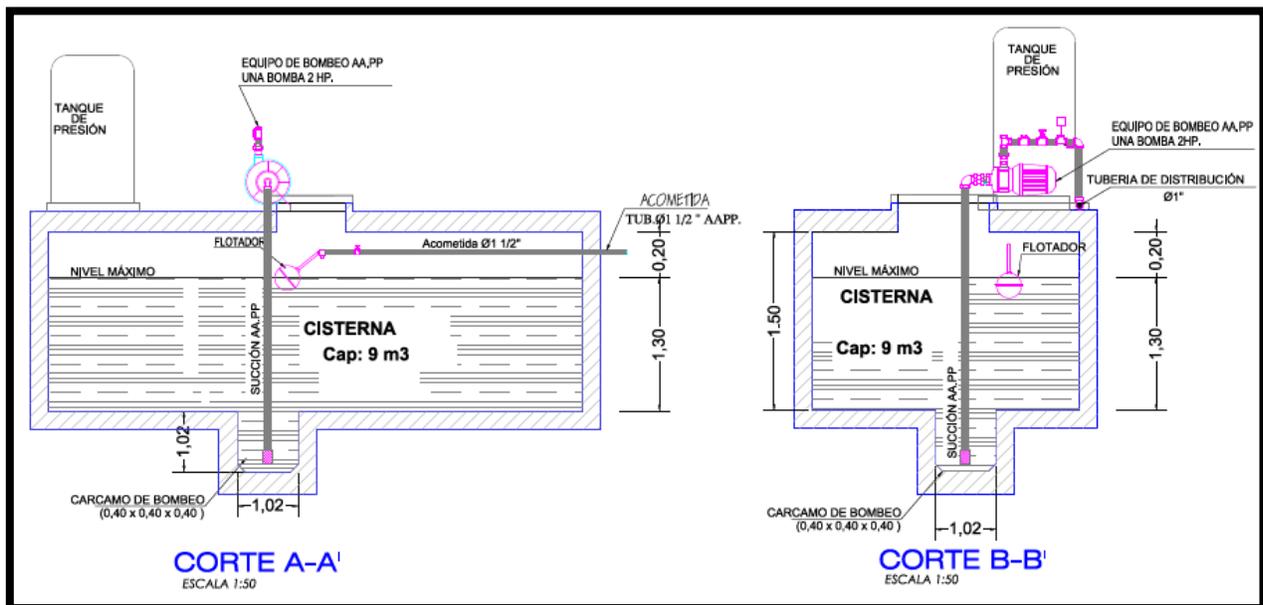


Figura 2. 10 Vista de cortes de cisterna

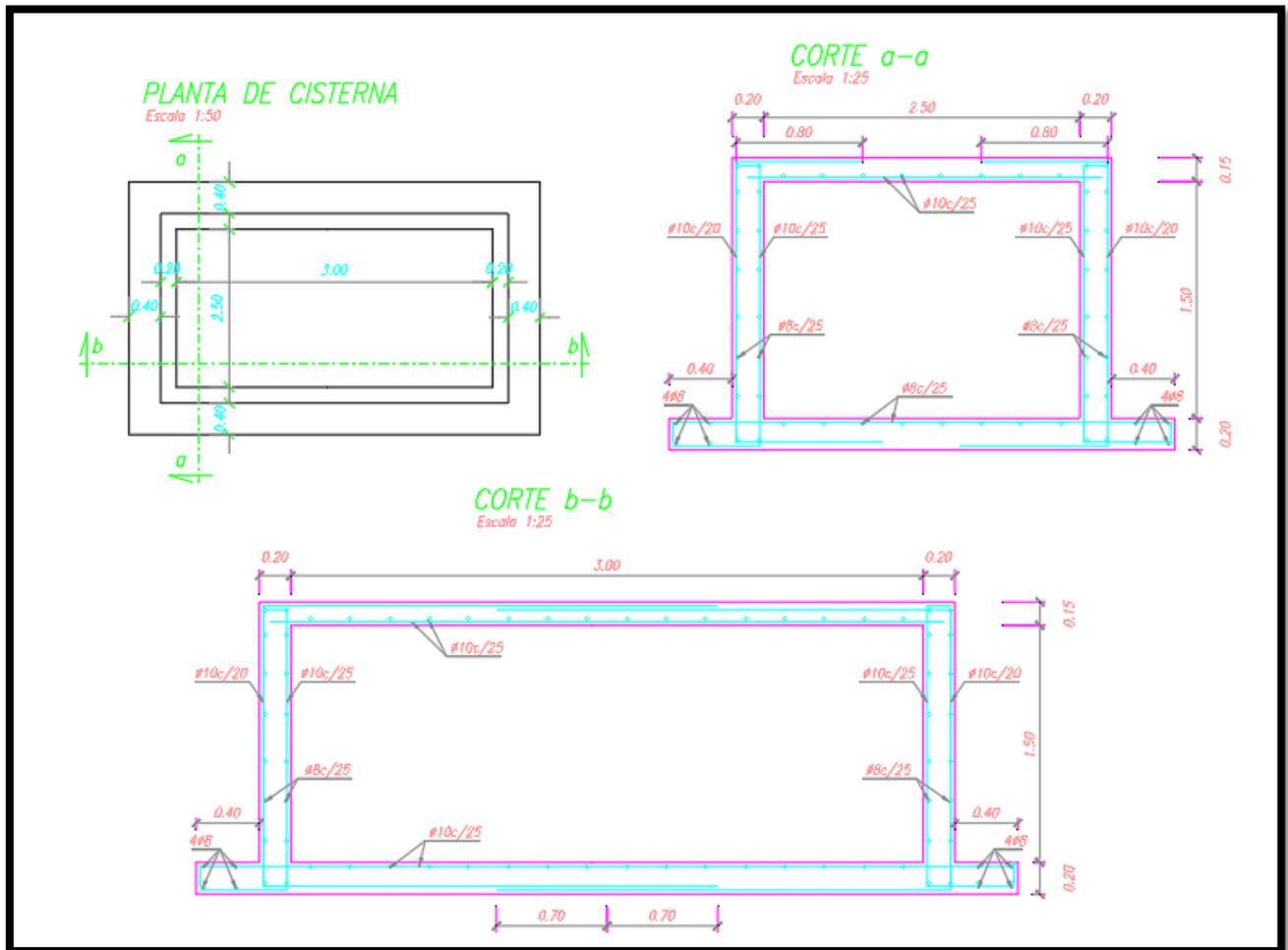


Figura 2. 11 Detalle estructural de cisterna

2.6 Diseño Sismo Resistente

2.6.1 Zonificación sísmica y factor de zona Z

Para los edificios de uso normal, se usa el valor de Z, que representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad.

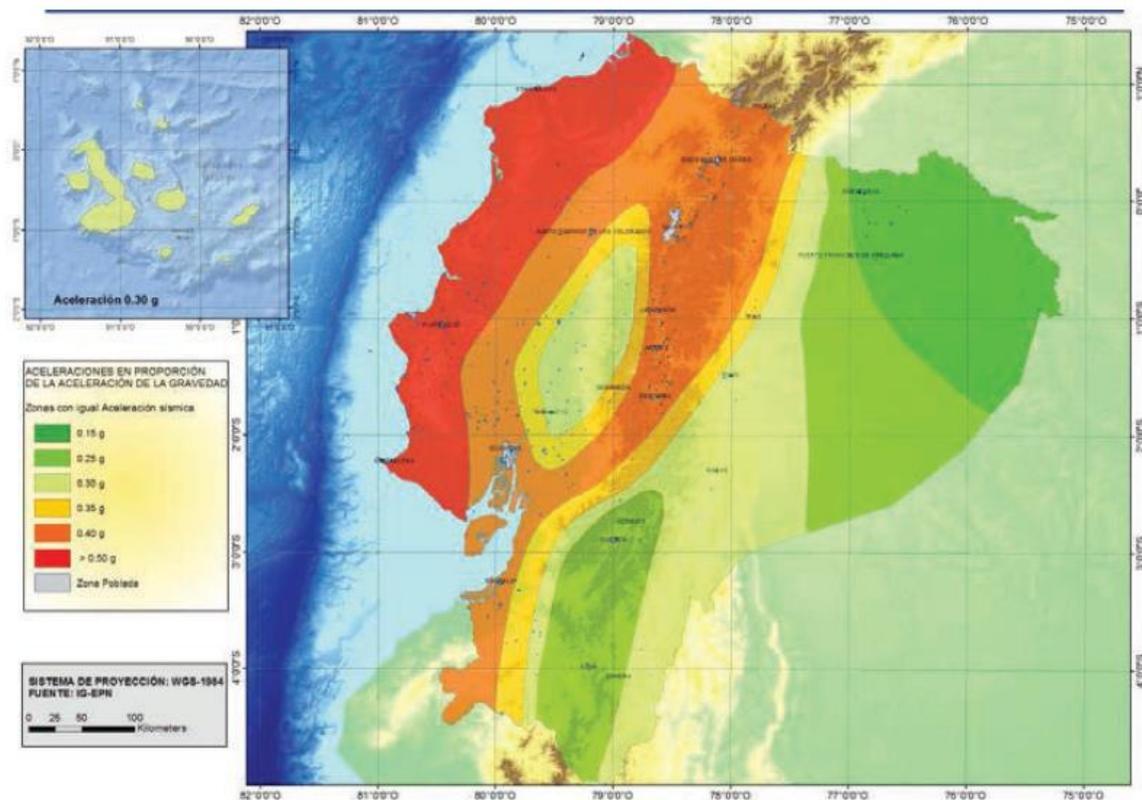


Figura 2. 12 Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z
Fuente: NEC-SE-DS

El mapa de zonificación sísmica para diseño proviene del resultado del estudio de peligro sísmico para un 10% de excedencia en 50 años (período de retorno 475 años), que incluye una saturación a 0.50 g de los valores de aceleración sísmica en roca en el litoral ecuatoriano que caracteriza la zona VI.

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

Figura 2. 13 Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Fuente: NEC-SE-DS

2.6.2 Tipos de perfiles de suelos para el diseño sísmico

Se definen seis tipos de perfil de suelo los cuales se presentan en la Figura 2.17.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s $> V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s $> V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ KPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s $> V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ 100 kPa $> S_u \geq 50$ kPa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1—Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3—Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75)	
	F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 30m)	
	F5—Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
	F6—Rellenos colocados sin control ingenieril.	

Figura 2. 14 Clasificación de los perfiles de suelo

Fuente: NEC-SE-DS

2.6.3 Categoría de edificio y coeficiente de importancia I

La estructura se clasifica en una de las categorías que se establecen en la Figura 3.6 y se adoptó el correspondiente factor de importancia I.

El propósito del factor I es incrementar la demanda sísmica de diseño para estructuras, que por sus características de utilización o de importancia deben permanecer operativas o sufrir menores daños durante y después de la ocurrencia del sismo de diseño.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Figura 2. 15 Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

Fuente: NEC-SE-DS

El diseño de las estructuras con factor de importancia 1 cumplirá con todos los requisitos establecidos en la Norma Ecuatoriana.

2.6.4 Coeficientes de perfil de suelo Fa, Fd, y Fs

- a. Fa: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

Figura 2. 16 Tipo de suelo y Factores de sitio Fa.

Fuente: NEC-SE-DS

- b. Fd: Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Figura 2. 17 Tipo de suelo y Factores de sitio Fd

Fuente: NEC-SE-DS

c. Fs: Comportamiento no lineal de los suelos

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Figura 2. 18 Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo Fs

Fuente: NEC-SE-DS

2.6.5 Requisitos mínimos de Diseño Sismo Resistente

Para estructuras de ocupación normal el objetivo del diseño es:

- Prevenir daños en elementos no estructurales y estructurales, ante terremotos pequeños y frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.
- Prevenir daños estructurales graves y controlar daños no estructurales, ante terremotos moderados y poco frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.
- Evitar el colapso ante terremotos severos que pueden ocurrir rara vez durante la vida útil de la estructura, procurando salvaguardar la vida de sus ocupantes.

Esta filosofía de diseño se consigue diseñando la estructura para que:

- Tenga la capacidad para resistir las fuerzas especificadas en la Norma Ecuatoriana
- Presente las derivas de piso, ante dichas cargas, inferiores a las admisibles.

- o Pueda disipar energía de deformación inelástica, haciendo uso de las técnicas de diseño por capacidad o mediante la utilización de dispositivos de control sísmico.

2.6.6 Límites permisibles de las derivas de los pisos

La deriva máxima para cualquier piso no excederá los límites de deriva inelástica establecidos en la Figura 3.10, en la cual la deriva máxima se expresa como un porcentaje de la altura de piso:

Estructuras de:	Δ_M máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Figura 2. 19 Valores de Δ_M máximos, expresados como fracción de la altura de piso

Fuente: NEC-SE-DS

2.6.7 Regularidad / Configuración Estructural

2.6.7.1 Configuración estructural

a. Configuraciones a privilegiar

Diseñadores arquitectónicos y estructurales procuraran que la configuración de la estructura sea simple y regular para lograr un adecuado desempeño sísmico. (véase Figura 3.11)

b. Configuraciones más complejas

Cambios abruptos de rigidez y resistencia, deben evitarse con el fin de impedir acumulación de daño en algunos componentes en desmedro de la ductilidad global del sistema y por lo tanto no se recomiendan. (véase Figura 3.12)

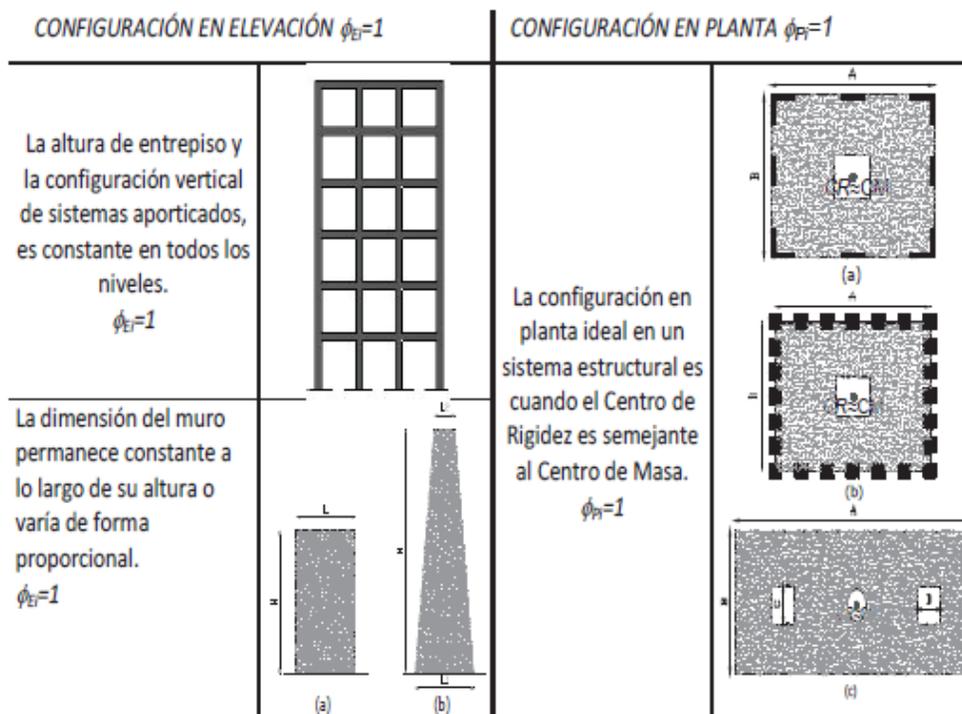


Figura 2. 20 Configuraciones estructurales recomendadas

Fuente: NEC-SE-DS

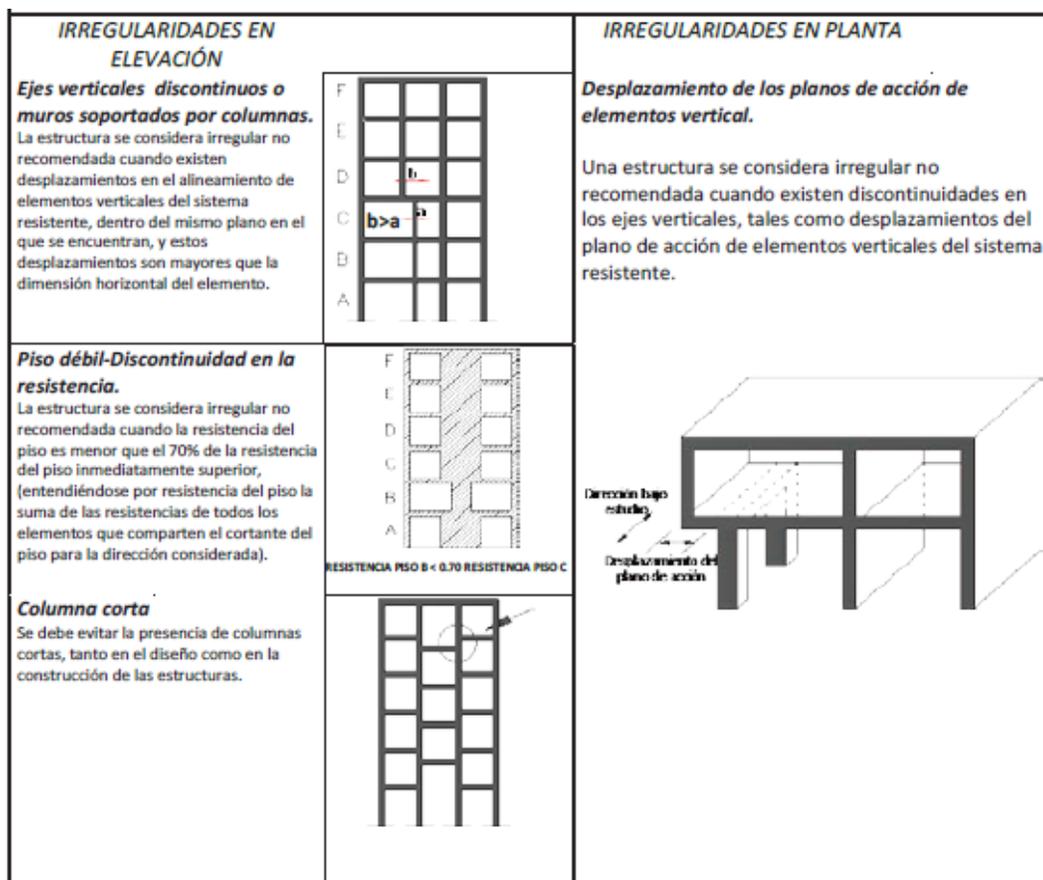


Figura 2. 21 Configuraciones estructurales no recomendadas

Fuente: NEC-SE-DS

2.6.8 Metodologías de Diseño Sísmico

Se propone los siguientes métodos:

- Diseño Basado en Fuerzas (DBF): Es el método de referencia de la Norma Ecuatoriana, utilizado para cualquier estructura.
- Diseño Directo Basado en Desplazamientos (DBD): Este método, podrá ser utilizado en complemento y como alternativa al DBF. Debe utilizarse con precaución, debido a la necesidad de manejo de nuevos conceptos descritos en la Norma Ecuatoriana.

2.6.8.1 Condiciones de aplicación del Diseño Basado en Fuerzas (DBF)

Los métodos estático lineal y pseudo-dinámico son ambos obligatorios para todo tipo de estructuras, con excepción de las estructuras totalmente regulares.

El DBF es obligatorio para todo tipo de estructuras.

2.6.8.2 Objetivos principales del DBF

- Seguir la filosofía de diseño presentada en la sección 3.1.8
- Determinar las fuerzas sísmicas de diseño (fuerza lateral equivalente)
- R_{DBF} : Verificar que los efectos del sismo en los elementos cumplan con el criterio $E \leq R_d$ (resistencia de cálculo del elemento)
- D_{DBF} : Verificar las deformaciones, en particular las derivas máximas de la estructura.

2.6.8.3 Límites del DBF

El DBF presenta ciertas deficiencias:

- Utiliza factores de reducción de resistencia sísmica R constantes para cada tipología estructural, lo cual implica que la demanda de ductilidad y la sobre resistencia son iguales para todos los edificios dentro de una misma categoría, asumiendo también que R no cambia con el período y tipo de suelo.
- Supone que la rigidez es independiente de la resistencia, es decir que la rigidez y el periodo pueden estimarse antes que se conozca el refuerzo de las secciones de hormigón armado o el espesor final de las placas de los elementos de acero.

2.6.8.4 Requisitos R_{DBF} : Fuerzas internas

El requisito de resistencia R_{DBF} : implica el cálculo de la fuerzas internas que actúan en cada elemento estructural. El resultado del análisis estructural deberá incluir:

- Deflexiones
- Derivas
- Fuerzas en los pisos y en los elementos
- Momentos
- Cortantes de piso
- Cortante en la base

2.6.8.5 Requisitos D_{DBF} : Derivas de piso

Las deformaciones generadas por las fuerzas sísmicas se calcularán de acuerdo con el tipo de material y de estructura.

2.7 Instalaciones Sanitarias

2.7.1 Dimensionamiento de la infraestructura Hidrosanitaria Interior

Para el diseño del sistema de suministro de agua, se tiene las siguientes recomendaciones mínimas para las instalaciones interiores de agua en edificios.

2.7.2 Requisitos del Diseño

El diseño debe cumplir con los siguientes requisitos, para el funcionamiento adecuado de los aparatos sanitarios de la red interior (NEC, 2011):

Caudal Presión Diámetro en viviendas	Dimensionar la red interior, bajo condiciones normales de funcionamiento. Para que provea los caudales mínimos y las presiones mostradas en la Figura 2.25
Condiciones	Uso público Incrementar caudal 1.67 veces
	Uso de agua caliente Caudal instantáneo mínimo de agua caliente será 67 % del caudal de agua fría
	Toda unidad de consumo y muebles sanitarios deberá tener por lo menos una llave de corte
	Diámetros de acople de otros aparatos sanitarios Consultar Norma ASME A112.19.5

Tabla 2. 1 Requisitos de diseño

Fuente: NEC 2011

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

Figura 2. 22 Caudales instantáneos mínimos, presiones y diámetros según el equipo sanitario

Fuente: NEC 2011

2.8 Instalaciones Eléctricas

2.8.1 Diseño de derivaciones

Los circuitos se juntan de acuerdo a su localización y uso, es necesario identificar las especificaciones de los aparatos a ser utilizados en el sistema eléctrico, para la determinación de las cargas, el tamaño del conductor, el diámetro de la tubería, para describir el detalle del disyuntor.

Calibre AWG ó MCM	Sección mm ²	FORMACION	ESP ESOR AISLAMIENTO mm	DIAMETRO EXTERIOR mm	PESO TOTAL Kg/Km	Capacidad de corriente		TIPO CABLE	Altern. de embal.
		No. de Hilos por diámetro en mm.				Para 1 cond. al aire libre Amp.	Para 3 cond. en conduit Amp.		
20	0.52	1 x 0,813	0.76	2.33	9.81	6	7	TF	A,E
18	0.82	1 x 1,02	0.76	2.54	13.16	6	7	TF	A,E
16	1.31	1 x 1,29	0.76	2.81	18.10	10	8	TF	A,B
14	2.08	1 x 1,63	0.76	3.15	26.10	20	15	TW	A,B
12	3.31	1 x 2,05	0.76	3.57	38.30	25	20	TW	A,C
10	5.26	1 x 2,59	0.76	4.11	57.40	40	30	TW	A,D
8	8.34	1 x 3,26	1.14	5.54	95.20	60	40	TW	A,B
14	2.08	7 x 0,62	0.76	3.38	27.80	20	15	TW	A,B
12	3.31	7 x 0,78	0.76	3.86	40.10	25	20	TW	A,C
10	5.26	7 x 0,98	0.76	4.46	59.90	40	30	TW	A,D
8	8.37	7 x 1,23	1.14	5.97	105.20	60	40	TW	A,B,E
6	13.30	7 x 1,55	1.52	7.69	170.40	80	55	TW	A,E
4	21.15	7 x 1,96	1.52	8.92	255.50	105	70	TW	A,E
2	33.62	7 x 2,47	1.52	10.45	388.90	140	95	TW	A,E
1	42.36	7 x 2,78	2.03	12.40	482.90	165	110	TW	A,D,E

Figura 2. 23 Selección del conductor

Número Máximo de conductores que caben en un tubo de PVC de diámetro:							
φ PVC pesada	Cables tipo TW						
	8	10	12	14	16	18	20
3/8"	1	1	2	3	4	5	6
1/2"	1	3	5	6	8	9	11
3/4"	4	8	11	14	18	22	26
1"	8	15	20	26	32	39	47
30mm	11	21	28	36	45	55	66
50mm	32	59	78	100	126	155	184

Figura 2. 24 Selección de tubería

2.9 Diseño de redes de aguas servidas

- Se debe asegurar una rápida y eficaz evacuación de las aguas servidas sin dar lugar a depósitos estancados
- Impedir el paso de olores, aires o microorganismos al medio habitado
- Cumplir con las condiciones de hidráulica sanitaria

- No podrá haber disminución de diámetros aguas abajo
- Las pendientes de diseño deben estar entre 3% y 15%, con una pendiente mínima del 1% (Metcalf & Eddy, 1995)

Actividad	unidad	Rango de caudal (l/unidad.d)
Aeropuertos	pasajero	8 – 15
Estación de servicio	vehículo servido	30 – 50
Hotel	huésped	150 – 220
	empleado	30 – 50
Centro comercial	parqueo	2 – 8
	empleado	30 – 50

Figura 2. 25 Rango de caudal para diseño de redes de aguas servidas

Fuente: Ingeniería de Aguas Residuales, volumen 3, Metcalf & Eddy

CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y ANÁLISIS

3. RESULTADOS

3.1 Diseño Estructural

3.1.1 Resultados del estudio de suelos

El ensayo de compresión simple no confinada, dio como resultados una fuerza de compresión para el primer ensayo de $q_u = 550 \text{ kPa}$ y para el segundo de $q_u = 643 \text{ kPa}$, fueron realizados en un rango de una semana para observar el cambio de q_u , el cual se mostró afectado por pérdida de humedad de la muestra que se extrajo de la calicata realizada en el terreno del proyecto. Se estableció un promedio de $q_u = 600 \text{ kPa}$. Además, se determinó que el suelo tiene un peso específico de $1.8 \frac{T}{m^3}$.

Conforme a lo presentado anteriormente, se encontró estudios de suelos aledaños al sector en el que se realizó 3 perforaciones de 10 m de profundidad y 12 calicatas con profundidades variables entre 2 y 2.5 metros.

Para la toma de muestra se utilizó Tubo Shelby y cuchara partida, los resultados de este estudio se presenta en el **APÉNDICE 1**.

Según las perforaciones y calicatas efectuadas en el lugar, se obtuvo una descripción estratigráfica que se muestra a continuación:

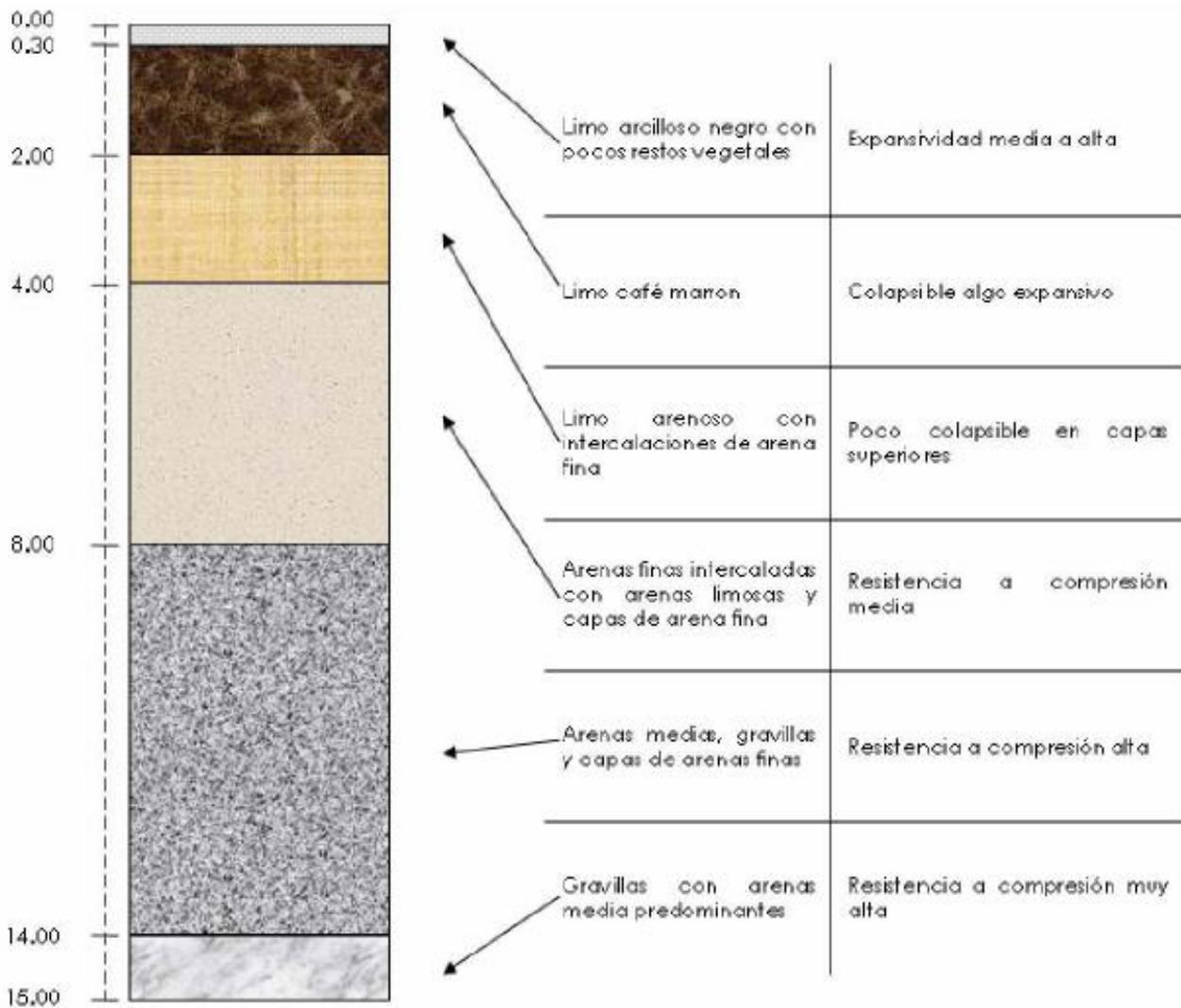


Figura 3. 1 Descripción estratigráfica del suelo

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental-Playas

Los resultados que obtuvimos en el laboratorio corresponden a valores muy similares a los hallados en el estudio mencionado, por lo que podemos confiar de dicha información para rescatar valores significativos para la elección de la cimentación.

3.1.2 Estimación de Cargas de diseño

Las cargas por gravedad y fuerzas sísmicas que se utilizaron en el análisis y diseño de los diferentes elementos estructurales cumplen con los reglamentos estipulados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015).

3.1.2.1 Carga Muerta

Carga vertical que equivale a la suma del peso propio de la estructura y todos los elementos soportados por la edificación, para la determinación de ésta se consideró lo siguiente:

Carga Muerta Pisos 1-3	
	WD (Ton/m2)
Paredes Hormigón	0.200
Enlucidos y Ductos	0.050
Baldosas	0.100
Wpp losa	0.120
W nervios	0.086
WD	0.556

Carga Muerta Piso 4	
	WD (Ton/m2)
Paredes Hormigón	0.100
Enlucidos y Ductos	0.050
Baldosas	0.100
Wpp losa	0.120
W nervios	0.086
W cubierta	0.100
WD	0.556

3.1.2.2 Carga Viva

Son aquellas producidas por el tipo de uso de la edificación es decir la ocasionada por el peso de mobiliario, equipamiento, personas, etc.; se calcula como una carga uniformemente distribuida basándose en un peso unitario por m2 proporcionado por la NEC-SE-CG 2015, sección 4.2.1.

Carga Viva Pisos 1-3	
	WL (Ton/m2)
Salones públicos y corredores	0.490
Edificio de apartamentos	0.204
WL	0.347

Carga Viva Piso 4 (Cubierta)	
	WL (Ton/m2)
Cubierta	0.070
Edificio de apartamentos	0.204
WL	0.274

3.1.2.3 Combinaciones de carga

Las combinaciones de carga a emplearse son las siguientes:

- 1.4D
- 1.2D + 1.6L
- 1.2D+L
- 1.2D ± E + L
- 0.9D
- 0.9D ± E

Según la NEC-SE-CG 2015, sección 3.4.3, se obtienen las combinaciones críticas para el diseño:

Combinación piso 1-3

Wu= 1.4 WD	Wu= 0.77Ton/m2
Wu= 1.2 WD+1.6 WL	Wu= 1.10 Ton/m2

Combinación piso 4

Wu= 1.4 WD	Wu= 0.77Ton/m2
Wu= 1.2 WD+1.6 WL	Wu= 1.22 Ton/m2

3.1.3 Dimensionamiento de la Losa

Dada la geometría de la arquitectura se utilizó un sistema de losa nervada en una dirección, la cual está constituida por vigas longitudinales de concreto a modo de nervios separados entre sí aproximadamente a 60cm, poseen bajo peso estructural lo cual permite reducir considerablemente costos en estructuras, fundiciones y concreto, no posee perdidas por roturas y sus anchos y alturas son variables.

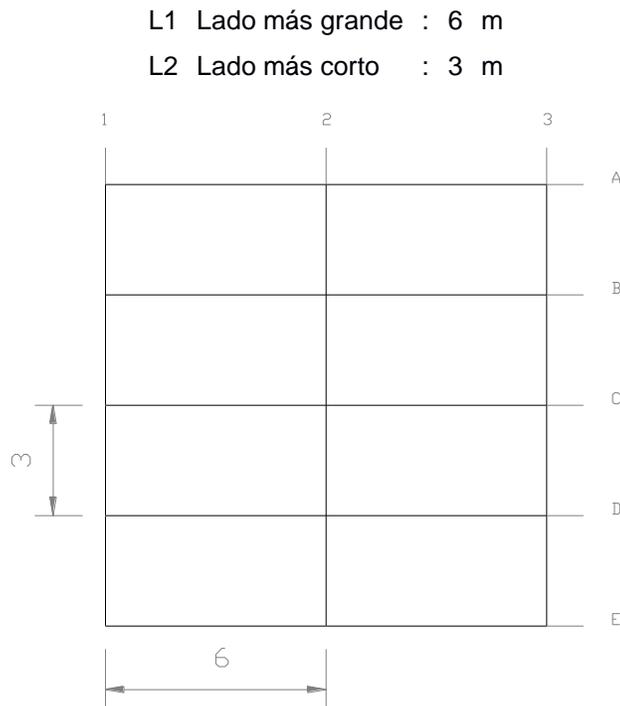


Gráfico 3.1 Determinación de dirección de trabajo de la losa

$$\begin{aligned} L1/L2 &= 2 \quad \mathbf{1D} \\ bw \text{ viga} &= 0.3 \text{ m} \\ Ln &= 2.7 \text{ m} \end{aligned}$$

3.1.3.1 Espesor mínimo de Losa

La resistencia del hormigón que se utilizó fue de $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, siguiendo con las indicaciones del ACI 318-14 el espesor mínimo de la loseta de hormigón deberá ser:

Condición de apoyo	Altura mínima, h [1]
Simplemente apoyada	$l/16$
Con un extremo continuo	$l/18.5$
Ambos extremos continuos	$l/21$
En voladizo	$l/8$

Figura 3. 2 Altura mínima de losa en una dirección

Fuente: ACI 318-14

$L/21 = 0.13$ m bordes continuos
 $L/18.5 = 0.15$ m borde discontinuo

 $e = 0.15$ m  0.3 m

3.1.3.2 Carga en el nervio

Tomando como consideración un espesor de 0.05 m para la loseta, se estima la carga en los nervios:

p hormigón=	2.4	ton/m ³
b_w =	0.1	m
h_1 =	0.05	m
h_2 =	0.25	m
l =	1.4	m
e loseta=	0.05	m

Tabla 3.1 Especificaciones del material y dimensiones de la losa nervada

W loseta de compresión= 0.12 ton/m²

W nervios= 0.09 ton/m²

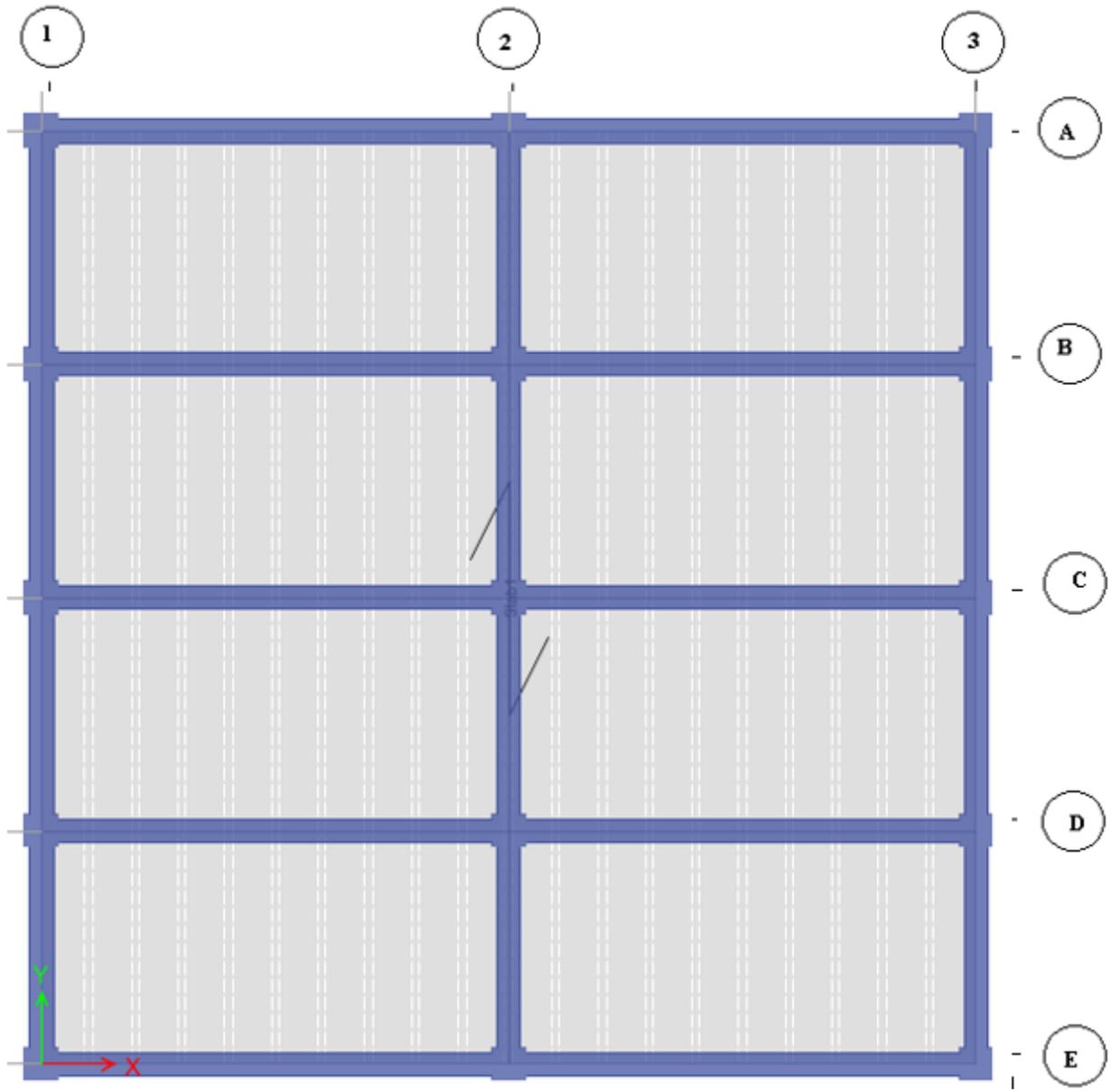


Figura 3. 3 Vista en planta de losa nervada

Fuente: Etabs

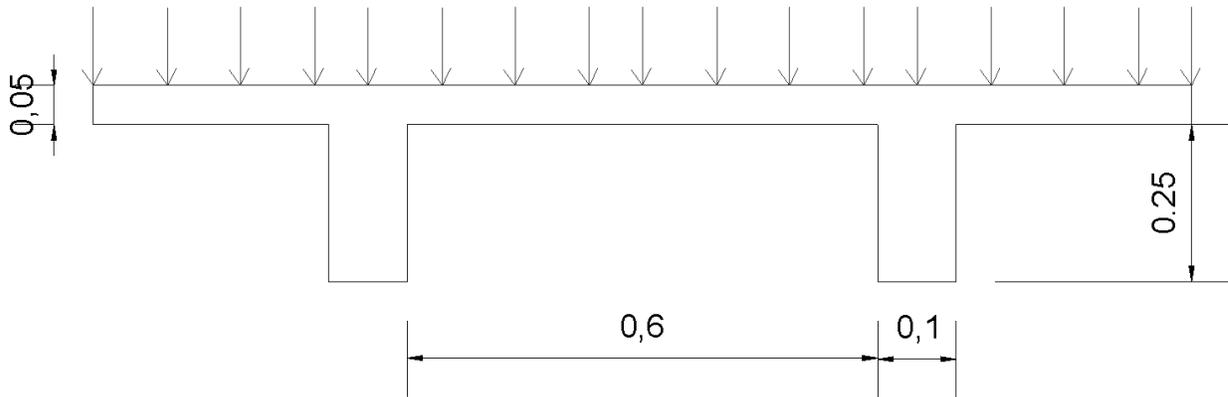


Gráfico 3. 2 Dimensiones de los nervios de la losa

Carga última correspondiente al piso 4:

$$w_u = 1.10 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 0.7\text{m} = 0.77 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Carga última correspondiente a los pisos 1-3:

$$w_u = 1.22 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 0.7\text{m} = 0.86 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

b=	0.7	m
Piso 4		
wu=	0.77	Ton/m
Piso 1-3		
wu=	0.86	Ton/m

Tabla 3.2 Carga última en el nervio

3.1.3.3 Verificación de Momentos y cortantes máximos

Se verifico los momentos y cortantes máximos según lo descrito en el ACI 318-14

Momento	Localización	Condición	M_u
Positivo	Vanos extremos	Extremo discontinuo monolítico con el apoyo	$w_u \ell_n^2 / 14$
		El extremo discontinuo no está restringido	$w_u \ell_n^2 / 11$
	Vanos interiores	Todos	$w_u \ell_n^2 / 16$
Negativo ⁽¹⁾	Cara interior de los apoyos exteriores	Miembros construidos monolíticamente con viga dintel de apoyo	$w_u \ell_n^2 / 24$
		Miembros construidos monolíticamente con columna como apoyo	$w_u \ell_n^2 / 16$
	Cara exterior del primer apoyo interior	Dos vanos	$w_u \ell_n^2 / 9$
		Más de dos vanos	$w_u \ell_n^2 / 10$
	Las demás caras de apoyos	Todas	$w_u \ell_n^2 / 11$
	Cara de todos los apoyos que cumplan (a) o (b)	(a) Losas con luces que no excedan de 10 pies (b) Vigas en las cuales la relación entre la suma de las rigideces de las columnas y la rigidez de la viga exceda de 8 en cada extremo del vano	$w_u \ell_n^2 / 12$

Figura 3. 4 Momentos aproximados para losas en una dirección

Fuente: ACI 318-14

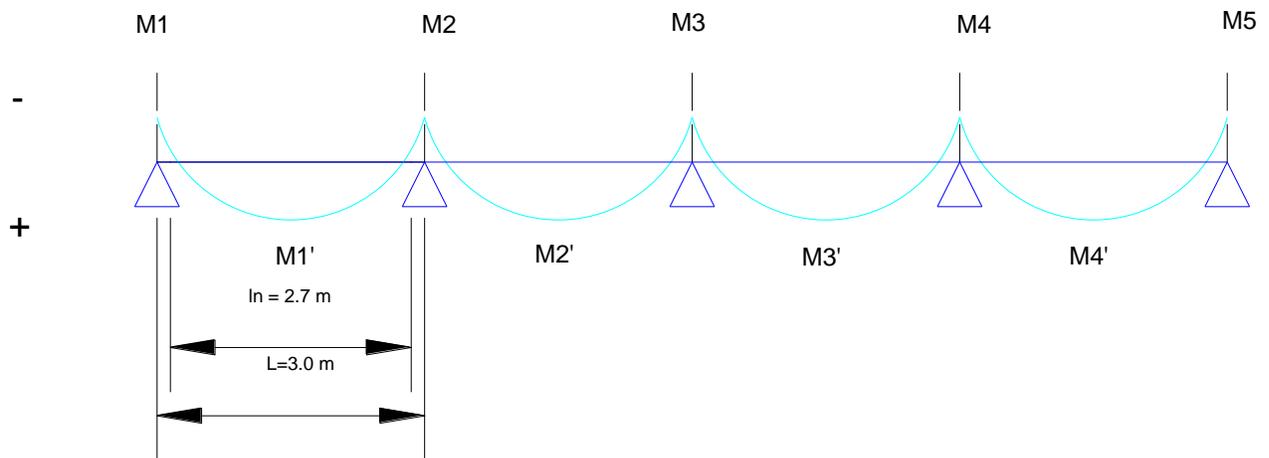


Gráfico 3.3 Momentos según localización en el segmento de losa

	M1	M1'	M2	M2'	M3	M3'	M4	M4'	M5
	$\frac{w_u * l_n^2}{24}$	$\frac{w_u * l_n^2}{14}$	$\frac{w_u * l_n^2}{10}$	$\frac{w_u * l_n^2}{16}$	$\frac{w_u * l_n^2}{11}$	$\frac{w_u * l_n^2}{16}$	$\frac{w_u * l_n^2}{10}$	$\frac{w_u * l_n^2}{14}$	$\frac{w_u * l_n^2}{24}$
Piso 4	0.2350	0.4029	0.5640	0.3525	0.5127	0.3525	0.5640	0.4029	0.2350
Piso 1-3	0.2598	0.4454	0.6235	0.3897	0.5668	0.3897	0.6235	0.4454	0.2598

Tabla 3.3 Determinación de momentos por método de los coeficientes

Localización	V_u
Cara exterior del primer apoyo interior	$1.15w_u \ell_n / 2$
Cara de todos los demás apoyos	$w_u \ell_n / 2$

Figura 3. 5 Cortantes aproximados para losas en una dirección

Fuente: ACI 318-14

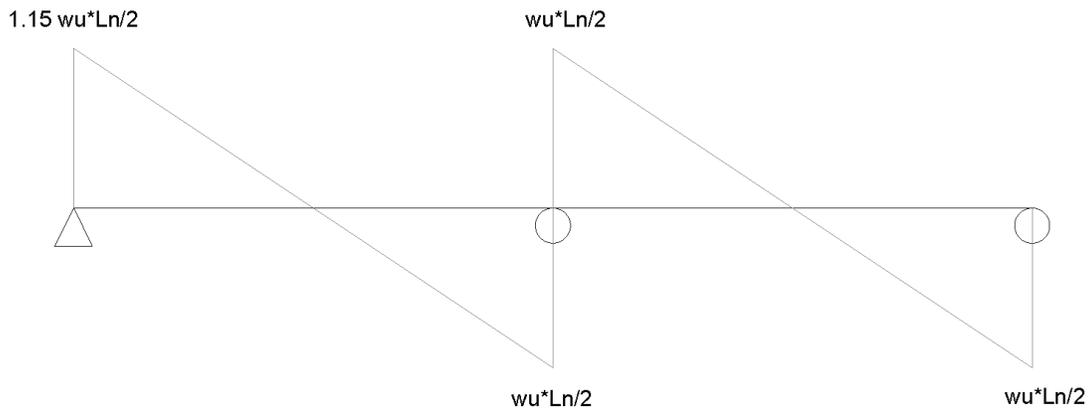


Gráfico 3.4 Diagrama de cortante

	$1.15w_u * \frac{l_n}{2}$	$w_u * \frac{l_n}{2}$	CONTROLA	Vu
Piso 4	1.2011	1.0445	1.2011	
Piso 1-3	1.3280	1.1548	1.3280	

Tabla 3.4 Determinación del cortante máximo

$$\phi V_c > V_u$$

$\phi =$	0.75	
$\phi V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b_w * d$		
$\phi V_c =$	1.58	Ton
1.58	>	1.32
OK		

Tabla 3.5 Revisión por cortante

3.1.3.4 Determinación del acero de refuerzo

Recubrimiento =	0.02	m
Estribo =	0.005	m
d =	0.275	m
	27.5	cm

Tabla 3.6 Datos de criterios estructurales

ϕ	28	6.157536	cm ²
ϕ	25	4.90875	cm ²
ϕ	22	3.801336	cm ²
ϕ	20	3.1416	cm ²
ϕ	18	2.544696	cm ²
ϕ	16	2.010624	cm ²
ϕ	14	1.539384	cm ²
ϕ	12	1.130976	cm ²
ϕ	10	0.7854	cm ²

Tabla 3.7 Diámetro de varilla

MA = M1 = M5
MB = M2 = M4
MC = M3
MD = M1' = M4'
ME = M2' = M3'

Figura 3. 6 Terminología usada para momentos

$$A_s^+ = \frac{M_u^+}{\phi * j * d * f_y}$$

$$A_s^- = \frac{M_u^-}{\phi * j * d * f_y}$$

$$\phi = 0.9$$

$$j = 0.9$$

$$f_y = 4200 \frac{kg}{cm^2}$$

$$A_s = \frac{M_u}{3400 * d}$$

Piso 4		As (cm2)					
Momentos Negativos	MA = 0.2350	T-m	0.2513	As-	# de varillas		
	MB = 0.5640	T-m	0.6032	0.6032	As / Ø	0.8	1 Ø 10
	MC = 0.5127	T-m	0.5484				
Momentos Positivos	MD = 0.4029	T-m	0.4309	As+			
	ME = 0.3525	T-m	0.3770	0.4309	As / Ø	0.5	1 Ø 10
Piso 1-3		As (cm2)					
Momentos Negativos	MA = 0.2598	T-m	0.2779	As-			
	MB = 0.6236	T-m	0.6669	0.6669	As / Ø	0.8	1 Ø 10
	MC = 0.5669	T-m	0.6063				
Momentos Positivos	MD = 0.4454	T-m	0.4764	As+			
	ME = 0.3897	T-m	0.4168	0.4764	As / Ø	0.6	1 Ø 10

Tabla 3.8 Análisis preliminar de acero de refuerzo para los nervios de la losa

$f_y =$	4200	kg / cm ²
$1.4 * d * b_w / (f_y) =$	0.0916	cm ²
$f_y =$	420	MPa
$f'_c =$	21	MPa
$0.25 * (f'_c)^{1/2} * d * b_w / f_y =$	0.7501	cm ²
Controla		0.7501

Tabla 3.9 Verificación del acero mínimo

Piso 4					
Momentos Negativos	As-	As control	As/ ϕ	# de varillas	
	0.6032	0.7501	0.9551	1	ϕ 10
Momentos Positivos	As+				
	0.4309	0.7501	0.9551	1	ϕ 10
Piso 1-3					
Momentos Negativos	As-	As control	As/ ϕ	# de varillas	
	0.6669	0.7501	0.9551	1	ϕ 10
Momentos Positivos	As+				
	0.4764	0.7501	0.9551	1	ϕ 10

Tabla 3.10 Acero de refuerzo final

Refuerzo secundario (malla electro soldada)

$$\rho_{min} = 0.0018$$

$$A_{Smin} = b * t * \rho_{min}$$

$$t = \text{espesor de losa}$$

$$A_{Smin} = 70 * 5 * 0.0018 = 0.63 \text{ cm}^2$$

Entonces se usa:

$$\phi 10 \text{ mm} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación máxima} = \begin{cases} 45 \text{ cm} \\ 5 * t = 5 * 5 = 25 \text{ cm} \end{cases} \quad \text{Controla}$$

Entonces se usa: $\phi 10 \text{ mm } c/250 \text{ mm}$

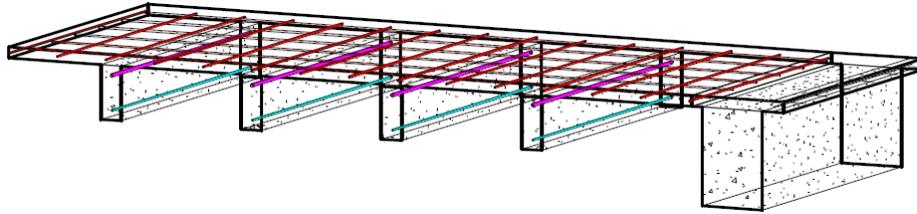


Figura 3. 7 Vista en 3D del armado de losa

3.1.4 Determinación del espectro de respuesta

Conforme a lo mencionado en el capítulo 2 y al estudio de suelos realizado, se procedió a crear el espectro de respuesta, los valores son los siguientes:

Sistema Estructural a utilizar:	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	
Coefficientes de amplificación dinámica del perfil Fa:	0.85
Coefficientes de amplificación dinámica del perfil Fd:	1.50
Coefficientes de amplificación dinámica del perfil Fs:	2.00
Coefficiente de reducción de respuesta estructural R:	8
Categoría:	Otras estructuras
Coefficiente de importancia (I):	1
Tipo de Irregularidad en planta:	No hay irregularidad en planta
Coefficiente de configuración estructural en planta (Φ_p):	1
Tipo de Irregularidad en elevación:	No hay irregularidad en elevación
Coefficiente de configuración estructural en elevación (Φ_e):	1

Tabla 3.11 Datos del Espectro de Respuesta

ESPECTROS DE RESPUESTA ELÁSTICO E INELÁSTICOS DE DISEÑO NORMA ECUATORIANA NEC_SE_DS

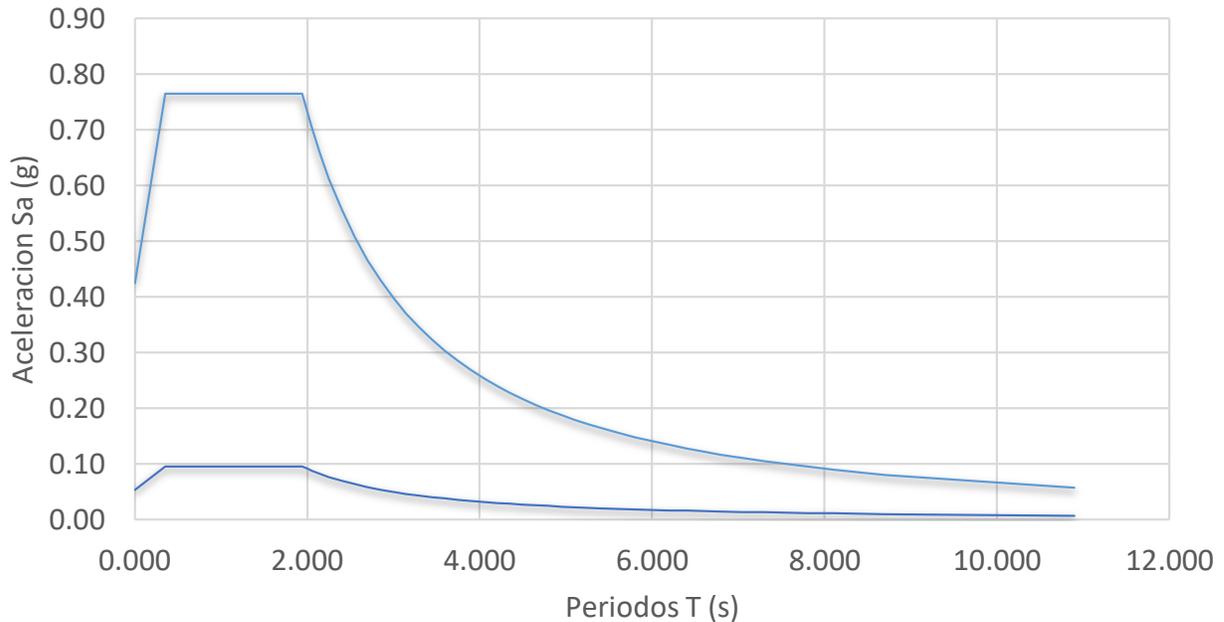


Gráfico 3.5 Espectros de Respuesta

3.1.4.1 Cálculo del periodo fundamental de vibración (T_a)

Para el cálculo correspondiente se utilizó el método 1 propuesto por la normativa el cual depende de los coeficientes mostrados a continuación:

TIPO DE ESTRUCTURA	C_t	α
Sin arriostramiento	0.072	0.80
Con arriostramiento	0.073	0.75
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.90
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Tabla 3.12 Valores de C_t y α según el tipo de estructura

Fuente: NEC 2015

$$T_a = C_t * h_n^\alpha$$

Tipo de edificación:	Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras
Altura máxima de la edificación de n pisos:	17.00 m
Coficiente Ct (dependiente del tipo de edificación):	0.055
Coficiente α(dependiente del tipo de edificación):	0.90
Periodo de vibración de la estructura (Ta):	0.704 seg
Periodo de vibración To:	0.353 seg
Periodo de vibración Tc:	1.941 seg
Relación de Amplificación Espectral (η):	1.8
Coficiente r (dependiente de la región):	1.50
Espectro de Respuesta Elástica de Aceleraciones (Sa):	0.765 g

Tabla 3. 13 Período de vibración

Dado que la estructura es simétrica, se utilizará el valor de T para ambos sentidos (Tx y Ty)

3.1.4.2 Peso sísmico efectivo

Se presentan los cálculos realizados para la obtención del peso sísmico efectivo de la edificación:

$$W = (WD + W_{pp} + 0.25WL) * A * N$$

Donde:

A: Área de cada piso

N: Número de pisos

WD: Carga muerta

W_{pp}: Carga por peso propio

PISO 1	0.556	T / m2
PISO 2	0.556	T / m2
PISO 3	0.556	T / m2
PISO 4	0.556	T / m2
CUBIERTA	0.100	T / m2

Tabla 3.14 Peso sísmico de cada piso

$$WL = 0$$

$$N = 1$$

$$A = 144m^2$$

$$W = (0.556 * 4 + 0.1)(144)$$

$$W = 334.49 \text{ Ton}$$

3.1.4.3 Determinación del cortante basal

Siguiendo las expresiones que se detallan en la Norma NEC-SE-DS-Peligro Sísmico-parte 2 en el capítulo 6.3.2, el cortante basal de diseño V se determina mediante:

$$V_x = C_{S_x} * W$$

$$V_y = C_{S_y} * W$$

$$C_{S_x} = \frac{I * S_a * T}{R * \phi_P * \phi_E}$$

$$C_{S_y} = \frac{I * S_a * T}{R * \phi_P * \phi_E}$$

$$V = \frac{IS_a}{R\phi_p \phi_E} W$$

Siendo:

$$I = 1$$

$$\phi_p = \phi_E = 1$$

$$R=8$$

$$S_a = 0.765$$

Se obtuvo:

$$C_x = 0.096$$

$$C_y = 0.096$$

Donde:

$$V = 0.096 W$$

Entonces:

$$V = 31.99 T$$

3.1.4.4 Determinación de la distribución de las fuerzas verticales

Las fuerzas laterales totales del cálculo deben ser distribuidas en la altura de la edificación, utilizando las siguientes expresiones:

$$V = \sum_{i=1}^n F_i$$

$$V_x = \sum_{i=x}^n F_i$$

$$F_x = \frac{w_x * h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i * h_i^k}$$

Determinación de k:

Valores de T (s)	k
≤ 0.5	1
$0.5 < T \leq 2.5$	$0.75 + 0.50 T$
> 2.5	2

Figura 3. 8 Valores de T en función de k

Fuente: NEC 2015

$$K_x = K_y = 1.102$$

Para el modelamiento respectivo se asume un 100% del valor de la gravedad en la dirección del análisis y un 30% en la dirección perpendicular tal como se muestra a continuación:

$$V_x = V_y = 31.99 T$$

DIRECCION: X							
NIVEL	ALTURA (m)	Wx(Ton)	Wx*hx^kx	Cvx	Fx (Ton)	Vx (Ton)	Fy =0.3 * Fx (Ton)
5	17	14.4	326.97	0.08	2.56	2.56	0.77
4	14.5	80.02	1524.84	0.37	11.95	14.51	3.58
3	11	80.02	1124.59	0.28	8.81	23.32	2.64
2	7.5	80.02	737.34	0.18	5.78	29.10	1.73
1	4	80.02	368.79	0.09	2.89	31.99	0.87
			4082.53				

Tabla 3.15 Distribución de fuerzas verticales

	Sx1	Sy1	Sx2	Sy2
	Fx (Ton)	Fy (Ton)	Fx (Ton)	Fy (Ton)
Techo	2.56	0.77	0.77	2.56
Piso 4	11.95	3.58	3.58	11.95
Piso 3	8.81	2.64	2.64	8.81
Piso 2	5.78	1.73	1.73	5.78
Piso 1	2.89	0.87	0.87	2.89

Tabla 3.16 Distribución de fuerzas sísmicas para torsión accidental

3.1.5 Dimensionamiento de los elementos estructurales

3.1.5.1 Vigas en sentido X y Y

Para el debido pre-dimensionamiento se siguieron las recomendaciones del ACI 318-14, como lo son:

$\rho \leq$	0.025
$b_w \geq$	0.3m
$b_w/h \geq$	0.4
$\phi =$	0.9

Tabla 3.17 Recomendaciones ACI

Fuente: ACI 318 - 14

Los datos son los siguientes:

$$L_{3-4} = 3m$$

$$L_{4-5} = 3m$$

$$S_1 = 3m$$

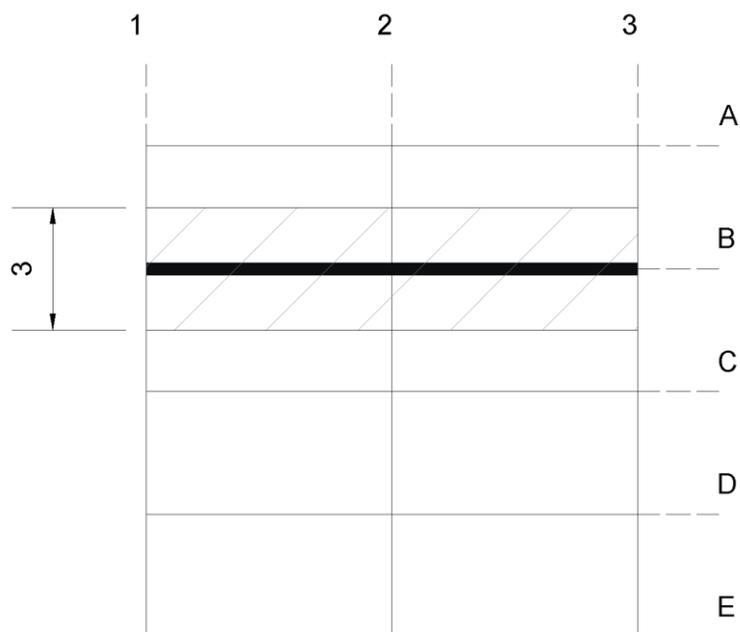


Gráfico 3.6 Vista en planta de la viga de diseño

L =	6	m
bw columna =	0.4	m
Ln =	5.6	m

Tabla 3.18 Datos de viga

ϕ =	12	mm
estribos ϕ =	10	mm
recubrimiento =	40	mm

Tabla 3.19 Criterios estructurales

$$f'c = 210 \frac{kg}{cm^2}$$

$$K_u = 0.145 * f'c$$

$$K_u = 30.45$$

		Piso 1-3	Piso 4	
W_D		0.56	0.56	Ton / m ²
W_L		0.35	0.27	Ton / m ²
$W_u = 1.2W_D + 1.6W_L$		1.22	1.10	Ton / m ²
$w_u = W_u * S_1$		3.67	3.32	Ton / m
M_{u+}	$\frac{w_u * l_n^2}{14}$	8.21	7.43	Ton m
M_{u-}	$\frac{w_u * l_n^2}{9}$	12.77	11.55	Ton m
V_u	$1.15w_u * \frac{l_n}{2}$	11.80	10.68	Ton
M_{max}		12.77	11.55	Ton m
D	$b_w * d^2 = \frac{M_u}{K_u}$	32.38	30.80	Cm
H		37.98	36.40	cm
h min (cm)	$\frac{l_n}{18.5}$	30.27		ok
	$\frac{l_n}{21}$	26.67		ok

Tabla 3.20 Dimensiones de viga

$$d = \sqrt{\frac{M_u * 10^5}{(b_w * 100) * K_u}}$$

$$h = d + \frac{\text{varilla}}{10 * 2} + \frac{\text{recub}}{10} + \frac{\text{estribo}}{10}$$

Se adoptan vigas de 30x45cm

3.1.5.2 Revisión de secciones

$$d = h - \frac{\text{varilla}}{10 * 2} - \frac{\text{recub}}{10} - \frac{\text{estribo}}{10}$$

$$d = 45 - \frac{12}{10 * 2} - \frac{40}{10} - \frac{10}{10} = 39.4 \text{ cm}$$

∅	0.75	
J	0.9	
B	30	cm
H	45	cm
D	39.4	cm
L	6	m
Ln	5.6	m
Criterios		
Varilla	12	mm
Estribos	10	mm
Recubrimiento	40	mm

Tabla 3.21 Datos de viga y criterios

Según el ACI 318-08 en el capítulo 21.5, la luz libre del elemento no debe ser menor que cuatro veces su altura útil.

Condiciones sismo resistente	$\frac{ln}{d} = \frac{5.6}{0.394} = 14.21 > 4$
---------------------------------	--

Tabla 3.22 Condiciones del capítulo 21 del ACI

El ancho del elemento b_w , no debe ser menos que el más pequeño de $0.3h$ y 250mm :

$b_w = \text{ancho}$	300	\geq	250	mm	OK
	b_w	$>$	$0.3 \cdot h$		
	300	$>$	135	mm	OK

Tabla 3.23 Condiciones del capítulo 21 del ACI

Según lo descrito en el literal 21.5.1.4:

	m
Columna	0.4
	c2 = c1

Tabla 3.24 Dimensión de columna

bw <	3*c2	120	cm
	c2 + 1.5 * c1	100	Controla

Tabla 3.25 Condiciones del capítulo 21 del ACI

El detalle del acero de refuerzo se encuentra en el **APÉNDICE B**.

3.1.6 Columnas

De acuerdo con la NEC:

$$A = \frac{P_i}{\alpha f'c}$$

P: Total sin mayorar de carga viva y carga muerta en el area tributaria de la columna

En donde α puede tomarse:

$\alpha =$	0.17	columna esquinera
$\alpha =$	0.2	columna exterior
$\alpha =$	0.25	columna interior

Conservadoramente se usará un $\alpha=0.21$ para diseño sismo resistente.

$$P = 6 * (1.67 + 1.04) * 3 + (1.67 + 0.82) * 6$$

$$P = 63.368 T$$

$$f'c = 210 Kg/cm^2$$

Entonces:

$$Ac = 1443.95 cm^2$$

$$L1 = L2 = \sqrt{1443.95} = 38\text{cm} \sim 40\text{ cm}$$

Se adoptan columnas de 40x40cm

Del análisis estructural se obtienen los siguientes resultados:

Story	Load Case/Conbo	Location	P tonf	Vx tonf	Vy tonf	T tonf-m	Mx tonf-m	My tonf-m
Techo	ENVOLVENTE Max	Top	67.3505	8.448	8.448	55.7565	404.1029	-230.5012
Techo	ENVOLVENTE Max	Bottom	84.6504	8.448	8.448	55.7565	507.9026	-287.231
Piso 4	ENVOLVENTE Max	Top	244.3913	24.4507	24.4507	161.3749	1466.3479	-794.5578
Piso 4	ENVOLVENTE Max	Bottom	268.6112	24.4507	24.4507	161.3749	1611.6674	-817.9699
Piso 3	ENVOLVENTE Max	Top	478.5793	38.3803	38.3803	253.3099	2871.4759	-1403.0566
Piso 3	ENVOLVENTE Max	Bottom	502.7992	38.3803	38.3803	253.3099	3016.7954	-1377.7153
Piso 2	ENVOLVENTE Max	Top	712.7673	47.7872	47.7872	315.3955	4276.6039	-1962.8021
Piso 2	ENVOLVENTE Max	Bottom	736.9872	47.7872	47.7872	315.3955	4421.9234	-1904.5365
Piso 1	ENVOLVENTE Max	Top	946.5271	52.8854	52.8854	349.0436	5679.1629	-2487.6965
Piso 1	ENVOLVENTE Max	Bottom	981.5595	52.8854	52.8854	349.0436	5889.3572	-2433.8007

Figura 3. 9 Visualización de la resistencia requerida para columnas

$$Pu \text{ máx.} = 981 \text{ Ton} > \frac{Ag * f'c}{10}$$

$$981 > \frac{40 \times 40 \times 210}{10} / 1000$$

$$981 > 34 \text{ Ton}$$

3.1.7 Revisar dimensiones de secciones

De acuerdo al ACI 318-08, capítulo 21.4.1.1

- Dimensión menor de la sección: 40cm > 30cm → ok
- $\frac{\text{Dimensión menor de la sección transversal}}{\text{Dimensión perpendicular}} = 1 > 0.4 \rightarrow \text{ok}$

3.1.8 Determinar el refuerzo longitudinal requerido

Según la NEC 2015 en el capítulo 4.3.3 se estima una cuantía de pb= 1.5% para columnas.

Basadas en los resultados del análisis estructural, una columna de 40x40 cm, con 8φ20 es adecuada para resistir las fuerzas actuantes.

Niveles	Columna	REFUERZO TRANSVERSAL		REFUERZO LONGITUDINAL			
		# var	Φ	Zona plástica	Separación	Zona central	Separación
Planta baja	45x45	8	Φ 22	Φ10	"@ 50mm	Φ10	"@ 100mm
Nivel 1	40x40	8	Φ 20	Φ10	"@ 50mm	Φ10	"@ 100mm
Nivel 2	40x40	8	Φ 20	Φ10	"@ 50mm	Φ10	"@ 100mm
Nivel 3	40x40	8	Φ 20	Φ10	"@ 50mm	Φ10	"@ 100mm

Tabla 3. 26 Resumen del refuerzo de columnas

3.1.9 Criterio columna fuerte- viga débil

Según lo especificado en el capítulo del ACI 318-21.4.2.2, se debe cumplir:

$$\sum M_c(\text{columnas}) \geq \frac{6}{5} \sum M_g(\text{vigas})$$

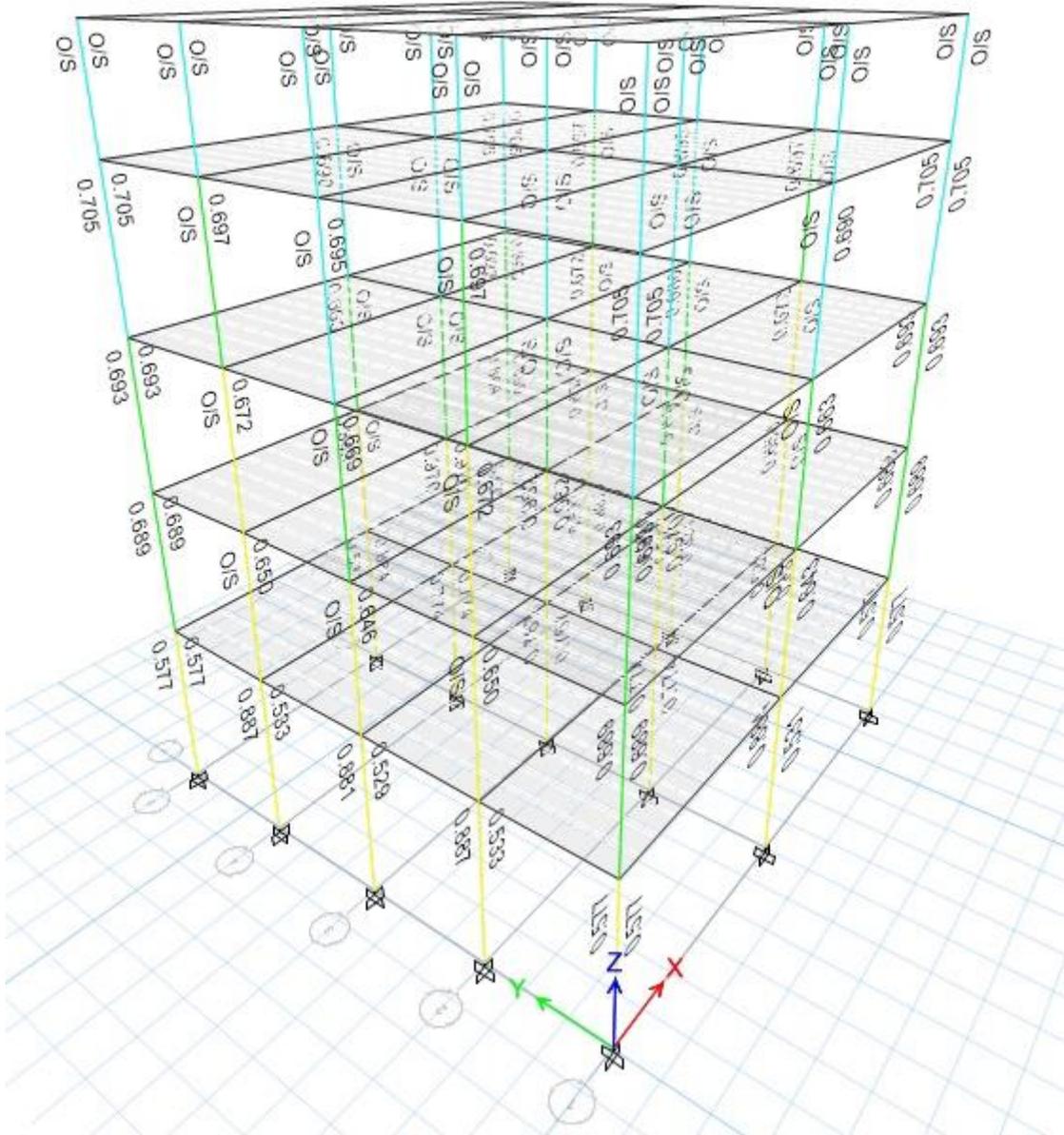


Figura 3. 10 Visualización de resultados de columna fuerte-veda débil en Etabs

3.1.10 Revisión de derivas y efecto P-Δ

A continuación, se revisa el índice de estabilidad, con la finalidad de obtener el factor P-Δ, este efecto puede ser ignorado si el índice de estabilidad es menor a 0.1, caso contrario se calcula un factor de mayoración, que se multiplicará por las derivas y momentos.

STORY	h	P	Vx	Vy	Ux	Uy	Dx	Dy	Qx	Qy	Condición	
											x	y
Base	0	ton	ton	ton	m	m						
Piso 1	4	946.53	44.49	45.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	CUMPLE	CUMPLE
Piso 2	3.5	712.77	40.47	40.83	0.01	0.01	0.01	0.00	0.03	0.02	CUMPLE	CUMPLE
Piso 3	3.5	478.58	32.15	32.21	0.02	0.01	0.01	0.00	0.02	0.02	CUMPLE	CUMPLE
Piso 4	3.5	244.39	20.08	19.99	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	CUMPLE	CUMPLE
Techo	2.5	67.35	6.64	6.50	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 3. 27 Índice de estabilidad

Se revisará las derivas del modelo, las cuales deberán ser menor al 2% de acuerdo con la sección 4.2.2 de la NEC.

SISMO EN X

DERIVAS EN X						
hsx	PISO	dxe (m)	dxi (m)	delta	θx	
2.5	5	0.019806	0.118836	0.005256	0.0021024	cumple
3.5	4	0.018930	0.11358	0.01935	0.00552857	cumple
3.5	3	0.015705	0.09423	0.030774	0.00879257	cumple
3.5	2	0.010576	0.063456	0.036834	0.010524	cumple
4	1	0.004437	0.026622	0.026622	0.0066555	cumple

Tabla 3. 28 Derivas en la dirección X

DERIVAS EN Y						
Hsx	PISO	dx _e (m)	dx _i (m)	delta	θ _x	
2.5	5	0.004896	0.029376	0.00111	0.000444	cumple
3.5	4	0.004711	0.028266	0.00459	0.00131143	cumple
3.5	3	0.003946	0.023676	0.007326	0.00209314	cumple
3.5	2	0.002725	0.01635	0.009078	0.00259371	cumple
4	1	0.001212	0.007272	0.007272	0.001818	cumple

Tabla 3. 29 Derivas en la dirección Y

SISMO EN Y

DERIVAS EN X						
hsx	PISO	dx _e (m)	dx _i (m)	delta	θ _x	
2.5	5	0.006762	0.040572	0.001764	0.0007056	cumple
3.5	4	0.006468	0.038808	0.006576	0.00187886	cumple
3.5	3	0.005372	0.032232	0.01047	0.00299143	cumple
3.5	2	0.003627	0.021762	0.012582	0.00359486	cumple
4	1	0.001530	0.00918	0.00918	0.002295	cumple

Tabla 3. 30 Derivas en la dirección X

DERIVAS EN Y						
hsx	PISO	dx _e (m)	dx _i (m)	delta	θ _x	
2.5	5	0.013619	0.081714	0.00309	0.001236	cumple
3.5	4	0.013104	0.078624	0.012714	0.00363257	cumple
3.5	3	0.010985	0.06591	0.020304	0.00580114	cumple
3.5	2	0.007601	0.045606	0.025236	0.00721029	cumple
4	1	0.003395	0.02037	0.02037	0.0050925	cumple

Tabla 3. 31 Derivas en la dirección Y

El desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, medido en cualquier punto de la planta en cada una de las direcciones de análisis debe ser menor al 1.2 para ser aceptable.

TABLE: Diaphragm Max/Avg Drifts

Story	Load Case/Comb	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Max Loc	Max	Max Loc
						X	Loc Y	Z
						m	m	m
Piso 3	Sismo x Max	Diaph D1 Y	0.000351	0.000309	1.136	0	12	11
Piso 2	Sismo x Max	Diaph D1 Y	0.000433	0.000381	1.135	0	0	7.5
Piso 4	Sismo x Max	Diaph D1 Y	0.000223	0.000196	1.134	0	0	14.5
Techo	Sismo x Max	Diaph D1 Y	0.000076	0.000067	1.132	0	0	17
Piso 1	Sismo x Max	Diaph D1 Y	0.000303	0.000268	1.13	0	0	4
Piso 1	Sismo x Max	Diaph D1 X	0.001109	0.001074	1.032	12	12	4
Piso 2	Sismo x Max	Diaph D1 X	0.001756	0.001705	1.03	6	12	7.5
Piso 4	Sismo x Max	Diaph D1 X	0.000939	0.000913	1.029	6	12	14.5
Piso 3	Sismo x Max	Diaph D1 X	0.001476	0.001434	1.029	6	12	11
Techo	Sismo x Max	Diaph D1 X	0.000361	0.000352	1.025	6	12	17

Tabla 3. 32 Torsión en X

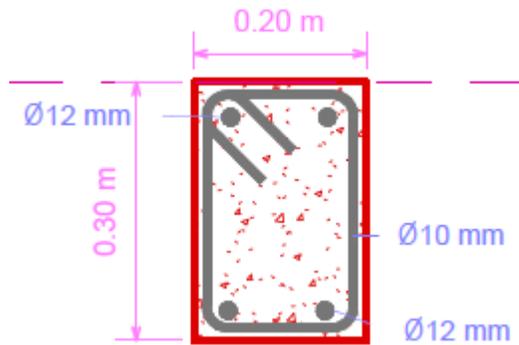
TABLE: Diaphragm Max/Avg Drifts

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Max Loc	Max Loc	Max Loc
						X	Y	Z
						m	m	m
Piso 1	Sismo y Max	Diaph D1 X	0.000383	0.000347	1.102	12	12	4
Piso 2	Sismo y Max	Diaph D1 X	0.0006	0.000548	1.095	6	12	7.5
Piso 3	Sismo y Max	Diaph D1 X	0.000502	0.00046	1.092	6	12	11
Piso 4	Sismo y Max	Diaph D1 X	0.000319	0.000292	1.09	6	12	14.5
Techo	Sismo y Max	Diaph D1 X	0.00012	0.000112	1.078	6	12	17
Piso 3	Sismo y Max	Diaph D1 Y	0.000975	0.000933	1.045	0	0	11
Piso 2	Sismo y Max	Diaph D1 Y	0.001204	0.001152	1.045	0	0	7.5
Piso 4	Sismo y Max	Diaph D1 Y	0.000619	0.000593	1.044	0	0	14.5
Techo	Sismo y Max	Diaph D1 Y	0.000211	0.000202	1.043	0	0	17
Piso 1	Sismo y Max	Diaph D1 Y	0.000849	0.000813	1.043	0	0	4

Tabla 3. 33 Torsión en Y

3.1.11 Cimentación

Para el diseño estructural de las vigas riostras, considerando las cargas que soportara la cimentación utilizaremos riostras de sección 30cm x 30cm, y un área de acero mínimo. Para lo cual tendremos un diseño tal como muestra la Figura.



4 varillas $\phi=12$, estribos $\phi=10$ cada 15 cm

Figura 3. 11 Detalle estructural de riostra

Las ecuaciones por utilizarse son las siguientes:

$$q_{adm} = \frac{q_{net}}{F_s} - q_{ob}$$

$$e_x = \frac{\Sigma M_y}{P_{servicio}}$$

$$e_y = \frac{\Sigma M_x}{P_{servicio}}$$

$$q_{max} = \frac{P}{A} * \left(1 + \frac{6e_x}{B} + \frac{6e_y}{L}\right)$$

$$q_u = \frac{\Sigma P}{A} * \left(1 + \frac{6e_x}{B} + \frac{6e_y}{L}\right)$$

$$R_n = f'_c * w * (1 - 0.59w)$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * R_n * b}}$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * bw * d$$

$$V_s = V_u - \phi V_c$$

Profundidad de desplante	
γ (T/m ³)	1.8
Df	1.10
qu (T/m ²)	61.22
$\Sigma P_{servicio}$	357.87
Esfuerzo efectivo del suelo	
qob (T/m ²)	1.98
qe (T/m ²)	59.24
Dimensiones preliminares	
L(m)	13
Área de zapata	
Areq (m ²)	15.1
Ancho de zapata	
B (m)	1.2
Factor mínimo de seguridad	
combo	D + L + E
Fs	2.5
Determinación de excentricidades de carga	
ex (m)	0.12
ey (m)	0.01
Verificación de la excentricidad	
ex (m)	$ex < B/6$
ey (m)	$ey < L/6$
Determinación del qmax	
A (m ²)	15.6
qmax	36.7
Chequeo	
$q_{max} < q_e$	cumple
ZAPATAS DE:	
B (m)	1.2
L (m)	13

Tabla 3. 34 Pre dimensionamiento de la cimentación

Determinación del qu	
s	1.0
qu (t/m ²)	47.29
Wu (t/m)	47.29
Determinación de cortantes y momentos máximos	
Mmax- (t*m)	38.69
Mmax+ (t*m)	42.56
Vmax+ (t)	81.58
Vmax- (t)	81.58
Dimensionamiento del peralte de la zapata	
w	0.18
f'c (kg/cm ²)	210
Rn	33.8
d (cm)	34.2
Altura de la zapata	
H (cm)	35
Peralte de la viga	
b (asumido) m	0.45
d (cm)	55.8
Altura de la viga	
H (cm)	60.0

Tabla 3.35 Diseño de la cimentación

b (cm)	45
h (cm)	60
d (cm)	56
Recubrimiento (cm)	4
Vu (T)	81.6
Aporte del concreto a cortante	
Vc (T)	19.35
ϕVc (T)	14.52
ϕVs (T)	67.06
Chequeo por Vmax	
$\phi Vmax$	60.26
$\phi Vs < \phi Vmax$	cumple
Espaciamiento a cortante	
ϕ de varilla mm	14
# estribos	1
fy t/cm2	4.2
# de ramas	2
Av cm2	1.54
S	13.5
Smax	14
S < Smax	cumple
Adoptar	
ϕ de varilla mm	14
# estribos	1
S	14

Tabla 3.36 Diseño por cortante de la viga

b (cm)	40	
h (cm)	90	
d (cm)	86	
Recubrimiento (cm)	4	
M máx. -	38.69	
Rn (kg/cm ²)	14.53	
cuantía ρ^-	0.004	OK
cuantía mínima	0.0009	
M máx. +	42.56	
Rn (kg/cm ²)	25.80	
cuantía ρ^+	0.007	
cuantía mínima	0.0009	OK
Acero de refuerzo +		
As+	24.796	
ϕ de varilla mm	26	
Av cm ²	5.31	
#varillas	5	
Separación		
S	2.8	
S min	2.6	OK
Acero de refuerzo -		
As-	12.43	
ϕ de varilla mm	20	
Av cm ²	3.14	
#varillas	4	
Separación		
S	2.2	
S min	2.0	OK

Tabla 3.37 Diseño por flexión de la zapata y viga

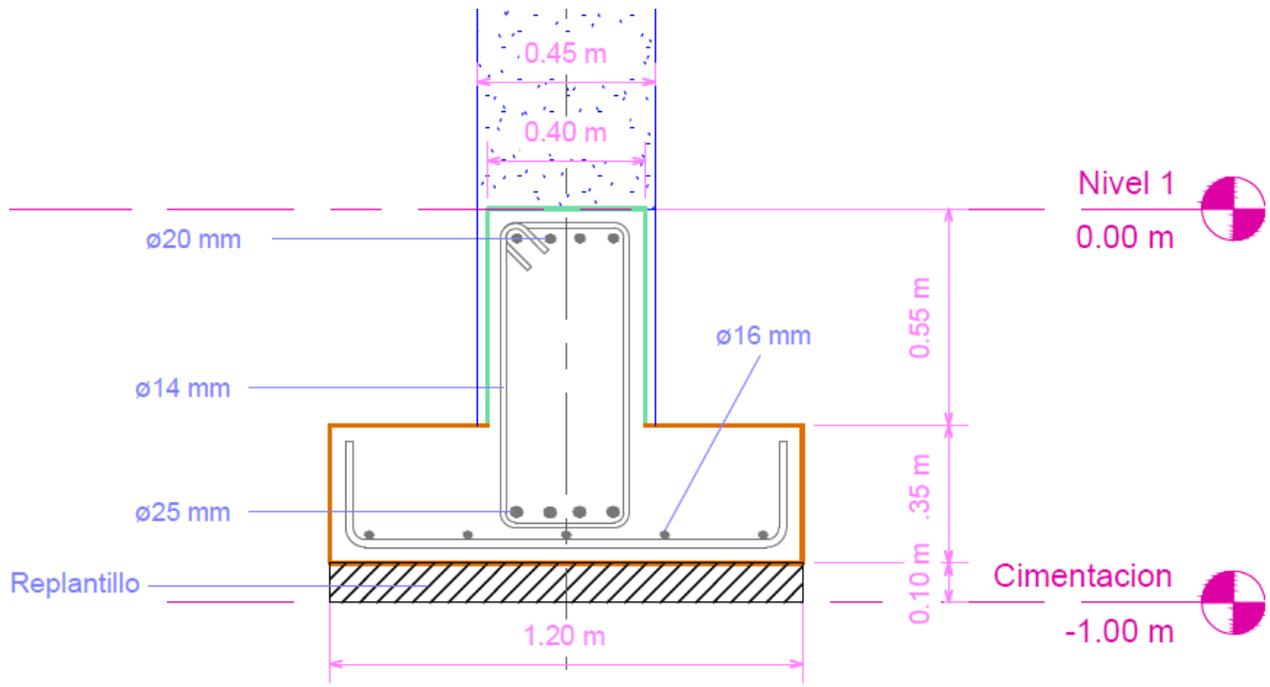


Figura 3. 12 Detalle de la zapata corrida

3.2 Diseño Eléctrico

El sistema eléctrico en un hotel se caracteriza por tener el control de la mayoría de los circuitos de la planta, que fueron establecidos en el alojamiento provisional, colocados usualmente en el área de recepción, zona de fácil acceso para el personal de servicio del establecimiento. En la planta baja se definió circuitos para alumbrado en zonas tales como: Recepción, la sala de espera, restaurante, cocina del restaurante, escalera principal y de emergencia, baños, administración, área de la piscina, entre otras, etc. Se especificó que se va a trabajar con 120 Voltios para los dispositivos, se estableció la potencia y se obtuvo la carga de los elementos, además se aplicó un factor por carga continua.

3.2.1 Transformador

Piso	Carga (A)
Planta Baja	143.49
Piso 1	141.98
Piso 2	141.98
Piso 3	164.64
Terraza	13.39
Carga total del Hotel	605.48

Tabla 3. 38 Demanda en amperios del Hotel

$$Voltaje = 110 V$$

$$P = I * V = 605.48 * 110 =$$

$$P = 66602.8 W = 66.60 kW$$

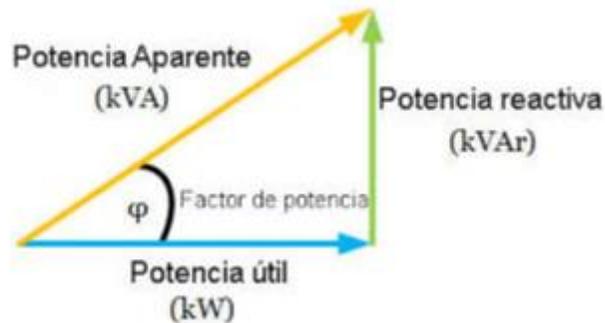


Figura 3. 13 Triangulo de potencia

$$\cos \phi = \text{factor de potencia} = 0.95$$

$$\cos \phi = \frac{\text{Potencia útil}(kW)}{\text{Potencia Aparente}(kVA)}$$

$$0.95 = \frac{66.60(kW)}{\text{Potencia Aparente}(kVA)}$$

$$\text{Potencia aparente}(kVA) = \frac{66.60 kW}{0.95}$$

$$\text{Potencia aparente}(kVA) = 70.10 kVA$$

3.2.2 Generador para el panel de emergencia

Se va a implementar un sistema de autoabastecimiento eléctrico (generador), que incluirá la parte eléctrica, solo iluminarias y el sistema del tercer piso propiedad del dueño del hotel.

	Carga (A)
Solo Iluminarias del edificio	90.34
Piso 3	164.64
Carga total	254.98

$$\text{Voltaje} = 110 V$$

$$P = I * V = 254.98 * 110 =$$

$$P = 28047.8 W = 28.048 kW$$

$$\text{Potencia aparente}(kVA) = \frac{28.05 kW}{0.95}$$

$$\text{Potencia aparente}(kVA) = 29.5 kVA$$

Panel	Dispositivo	Circuito	Potencia (W)	# Puntos	Voltaje (V)	Total de Potencia (W)	Carga (A)	x 1.25 (Carga Continua)	Polos	Disyuntor	Conductor de Fase AWG			Conductor de Neutro AWG			Ø Tubería	Detalle	
											1	#	12	1	#	14			
Planta Baja	C/LUMINARIA 3 tubos Led (18w)	A1	54	26	110	1404	12.76	15.95	1	20 A	1	#	12	1	#	14	3/8 "	Hall - Recepción - Sala de Espera - Restaurante - Cocina - Escalera principal	
	Alumbrado 4.000k	A2	30	19	110	570	5.18	6.48	1	20 A	1	#	12	1	#	14	3/8 "	Baños de Restaurante-Baño y Casillero en área de servicio-Cocina-Administración-Baño de área de piscina-Bodega	
	Punto de Luz pared		22	11	110	242	2.20	2.75										Área de piscina	
	Punto de Luz piso		25	11	110	275	2.50	3.13											
	Refletores		100	3	110	300	2.73	3.41										Jardinera del área de piscina	
			A3	100	3	110	300	2.73	3.41	1	10 A	1	#	14	1	#	16	3/8 "	Jardineras
	C/LUMINARIA 3 tubos Led (18w)	54		3	110	162	1.47	1.84	Escalera emergencia										
	Alumbrado 4.000k	30		1	110	30	0.27	0.34	Cuarto de bomba										
	Punto de Luz pared	22		8	110	176	1.60	2.00	Medidor										

Tabla 3. 39 Diseño eléctrico planta baja, iluminarias

Panel	Dispositivo	Circuito	Potencia (W)	Carga (A)	# Puntos	Voltaje (V)	Total de Carga (A)	Polos	Disyuntor	Conductor de Fase AWG			Conductor de Tierra AWG			Conductor de Neutro AWG			Ø Tubería	Detalle
										1	#	4	1	#	6	1	#	6		
Planta Baja	Tomacorrientes Polarizados	TC1		1.5	7	110	10.5	1	15 A	1	#	14	1	#	16	1	#	16	3/8 "	Bar de Piscina - Bodega - Baño - Recepción - Baño de Administración
		TC2		1.5	5	110	7.5	1	10 A	1	#	14	1	#	16	1	#	16	3/8 "	Administración - Cocina
		TC3		1.5	5	110	7.5	1	10 A	1	#	14	1	#	16	1	#	16	3/8 "	Sala de Espera - Comedor
		TC4		1.5	7	110	10.5	1	15 A	1	#	14	1	#	16	1	#	16	3/8 "	Cocina - Baños del Comedor
		TC5	5000		1	220	22.73	2	30 A	2	#	10	1	#	12	1	#	12	1/2 "	Split de Sala de Espera
		TC6	5000		1	220	22.73	2	30 A	2	#	10	1	#	12	1	#	12	1/2 "	Split de Restaurante
		TC7	5000		1	220	22.73	2	30 A	2	#	10	1	#	12	1	#	12	1/2 "	Split de Oficina de Administración

Tabla 3. 40 Diseño eléctrico planta baja, tomacorrientes

Panel	Dispositivo	Circuito	Potencia (W)	# Puntos	Voltaje (V)	Total de Potencia (W)	Carga (A)	x 1.25 (Carga Continua)	Polos	Disyuntor	Conductor de Fase AWG			Conductor de Neutro AWG			Ø Tubería	Detalle
Planta Alta - 1er y 2do Piso	C/LUMINARIA 3 tubos Led (18w)	A1	54	6	110	324	2.95	3.68	1	20	1	#	12	1	#	14	3/8 "	Escalera - Pasillos
	Alumbrado 4.000k		30	6	110	180	1.64	2.05										Habitación 2 Persona - Baño
			30	5	110	150	1.36	1.70										Habitación 6 Persona - Baño
			30	8	110	240	2.18	2.73										
			30	9	110	270	2.45	3.07										Habitación 4 Persona - Baño
	C/LUMINARIA 3 tubos Led (18w)		54	3	110	162	1.47	1.84										Escalera de emergencia

Tabla 3. 41 Diseño eléctrico pisos 1-2, iluminarias

Panel	Dispositivo	Circuito	Potencia (W)	Carga (A)	# Puntos	Voltaje (V)	Total de Carga (A)	Polos	Disyuntor	Conductor de Fase AWG			Conductor de Tierra AWG			Conductor de Neutro AWG			Ø Tubería	Detalle
										#	#	#	#	#	#	#	#	#		
Planta Alta - 1er y 2do Piso	Tomacorrientes Polarizados	TC1		1.5	7	110	10.50	1	15 A	1	#	14	1	#	16	1	#	16	3/8 "	Habitación de 2 Personas - Baño - Tv - Nevera
		TC2	5000		1	220	22.73	2	30 A	2	#	10	1	#	12	1	#	12	1/2 "	Split Habitación de 2 Personas
		TC3	5000		1	220	22.73	2	30 A	2	#	10	1	#	12	1	#	12	1/2 "	Split Habitación de 6 Personas
		TC4		1.5	6	110	9.00	1	15 A	1	#	14	1	#	16	1	#	16	3/8 "	Habitación de 6 Personas - Baño - Tv - Nevera
		TC5		1.5	4	110	6.00	1	10 A	1	#	14	1	#	16	1	#	16	3/8 "	Habitación de 6 Personas - Tv - Nevera
		TC6	5000		1	220	22.73	2	30 A	2	#	10	1	#	12	1	#	12	1/2 "	Split Habitación de 6 Personas
		TC7		1.5	7	110	10.50	1	15 A	1	#	14	1	#	16	1	#	16	3/8 "	Habitación de 4 Personas - Baño - Tv - Nevera
		TC8	5000		1	220	22.73	2	30 A	2	#	10	1	#	12	1	#	12	1/2 "	Split Habitación de 3 Personas

Tabla 3. 42 Diseño eléctrico pisos 1-2, tomacorriente

Panel	Dispositivo	Circuito	Potencia (W)	# Puntos	Voltaje (V)	Total de Potencia (W)	Carga (A)	x 1.25 (Carga Continua)	Polos	Disyuntor	Conductor de Fase AWG			Conductor de Neutro AWG			Ø Tubería	Detalle
Planta Alta - 3er Piso	C/LUMINARIA 3 tubos Led (18w)	A1	54	2	110	108	0.98	1.23	1	20 A	1	#	12	1	#	14	3/8 "	Escalera - Pasillo
	Alumbrado 4.000k		30	1	110	30	0.27	0.34										Escalera - Pasillo
			30	3	110	90	0.82	1.02										Cocina
			30	6	110	180	1.64	2.05										Comedor
			30	7	110	210	1.91	2.39										Sala
			30	3	110	90	0.82	1.02										Sala Tv
			30	2	110	60	0.55	0.68										Pasillo
	Alumbrado 4.000k		30	6	110	180	1.64	2.05										
			30	6	110	180	1.64	2.05										Dormitorio 2 - 3
	C/LUMINARIA 3 tubos Led (18w)		54	3	110	162	1.47	1.84										Escalera de emergencia

Tabla 3.43 Diseño eléctrico piso 3, iluminarias

Panel	Dispositivo	Circuito	Potencia (W)	Carga (A)	# Puntos	Voltaje (V)	Total de Carga (A)	Polos	Disyuntor	Conductor de Fase AWG			Conductor de Tierra AWG			Conductor de Neutro AWG			Ø Tubería	Detalle
										1	#	4	1	#	6	1	#	2		
Planta Alta - 3er Piso	Tomacorrientes Polarizados	TC1		1.5	5	110	7.50	1	15 A	1	#	14	1	#	16	1	#	16	3/8 "	Cocina - Nevera - Estufa
		TC2		1.5	6	110	9.00	1	10 A	1	#	14	1	#	16	1	#	16	3/8 "	Comedor - Sala
		TC3	5000		1	220	22.73	2	30 A	1	#	10	1	#	12	1	#	12	1/2 "	Split Sala - Comedor
		TC4	5000		1	220	22.73	2	30 A	1	#	10	1	#	12	1	#	12	1/2 "	Split Sala Tv
		TC5	5000		1	220	22.73	2	30 A	1	#	10	1	#	12	1	#	12	1/2 "	Split de habitación de 6 Personas - Tv - Nevera
		TC6		1.5	5	110	7.50	1	10 A	1	#	14	1	#	16	1	#	16	3/8 "	Dormitorio Master
		TC7	5000		1	220	22.73	2	30 A	1	#	10	1	#	12	1	#	12	1/2 "	Split dormitorio 2
		TC8		1.5	7	110	10.50	1	10 A	1	#	14	1	#	16	1	#	16	3/8 "	Dormitorio 2-3
		TC9	5000		1	220	22.73	2	30 A	1	#	10	1	#	12	1	#	12	1/2 "	Split dormitorio 3

Tabla 3. 44 Diseño eléctrico piso 3, tomacorrientes

Panel	Dispositivo	Circuito	Potencia (W)	# Puntos	Voltaje (V)	Total de Potencia (W)	Carga (A)	x 1.25 (Carga Continua)	Polos	Disyuntor	Conductor de Fase AWG			Conductor de Neutro AWG			∅ Tubería	Detalle
Planta Alta - Terraza	Alumbrado 4.000k	A1	30	6	110	180	1.64	2.05	1	10 A	1	#	14	1	#	16	3/8 "	Lavanderia - Asadero
	Punto de Luz pared		22	2	110	44	0.40	0.50										Pared
	C/LUMINARIA 3 tubos Led (18w)		54	3	110	162	1.47	1.84										Escalera de emergencia

Tabla 3. 45 Diseño eléctrico de la terraza, iluminarias

Panel	Dispositivo	Circuito	Carga (A)	# Puntos	Voltaje (V)	Total de Carga (A)	Polos	Disyuntor	Conductor de Fase AWG			Conductor de Tierra AWG			Conductor de Neutro AWG			∅ Tubería	Detalle
Planta Alta - Terraza	Tomacorrientes Polarizados	TC1	1.5	6	110	9	1	15 A	1	#	14	1	#	16	1	#	16	3/8 "	Lavanderia - Asadero

Tabla 3. 46 Diseño eléctrico de la terraza, tomacorrientes

3.3 Diseño de AASS

3.3.1 Cálculo de las derivaciones individuales de los aparatos

Tomando en consideración todos los dispositivos necesarios para realizar el diseño sanitario de un edificio para uso de hospedaje provisional, se realizó un promedio del caudal de estos aparatos para determinar el valor aproximado a utilizar en el diseño, es de 0.47 L/s, según la Figura 2.25.

Aparato	Diámetro mínimo del ramal individual (mm)
Lavabo	32
Bidé	32
Ducha	40
Bañera	40
Inodoro	80
Urinario	50
Fregadero	40
Lavadero	40
Lavaplatos	40
Lavadora	40

Figura 3. 14 Diámetros mínimos de ramales individuales

Fuente: Manual de saneamiento

Se tiene un total de 6 habitaciones tipo, encontradas entre el primer y el segundo piso, a continuación, se detalla la cantidad de los dispositivos sanitarios por habitación, además de las dimensiones de los ramales individuales. En las habitaciones del hotel de uso privado tenemos:

APARATO	UNIDADES DE DESAGUE	DIAMETRO(mm)	DIAMETRO (mm)	Diametro
		Calculo	Comercial	
Lavabo	1	32	40	2"
Inodoro	1	80	110	4"
Ducha	1	40	50	2"

Tabla 3. 47 Diámetro mínimo y comercial para los ramales de cada habitación

En el tercer piso que es de uso privado para el Dueño del Hotel, se tiene los siguientes aparatos y su correspondiente especificación de las tuberías.

APARATO	UNIDADES DE DESAGUE	DIAMETRO(mm)	DIAMETRO (mm)	Diametro
		Calculo	Comercial	
Lavabo	2	32	40	2"
Inodoro	2	80	110	4"
Ducha	2	40	50	2"
Fregadero o cocina	1	40	50	2"
Lavavajilla	1	40	50	2"

Tabla 3.48 Diámetro mínimo y comercial para los ramales del tercer piso

En la planta baja se asignó la siguiente distribución de dispositivos sanitarios, que son de uso público y se encuentra detallado en la siguiente tabla.

APARATO	UNIDADES DE DESAGUE	DIAMETRO(mm)	DIAMETRO (mm)	Diametro
		Calculo	Comercial	
Lavabo	5	40	50	2"
Inodoro	5	80	110	4"
Bidet	1	40	50	2"
Ducha	1	40	50	2"
Fregadero o cocina	1	40	50	2"
Lavavajilla	1	40	50	2"

Tabla 3.49 Diámetro mínimo y comercial para los ramales de la planta baja

APARATO	UNIDADES DE DESAGUE	DIAMETRO(mm)		Diametro
		Calculo	Comercial	
Lavabo	1	32	40	2"
Inodoro	1	80	110	4"
Fregadero o cocina	2	40	50	2"
Lavadora	1	40	50	2"

Tabla 3.50 Diámetro mínimo y comercial para los ramales de la terraza

3.3.2 Calculo de los Ramales Colectores

Se tomó en consideración para el cálculo de los diámetros de las tuberías colectoras la siguiente tabla.

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
1 %	Pendiente		
	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Figura 3. 15 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Fuente: Documento Básico HS Salubridad

USO	UNIDADES DE DESAGUE	PENDIENTE	DIAMETRO(mm)		Diámetro
			Cálculo	Comercial	
Terraza-L1	3	2%	40	110	4"
Terraza-L2	2	2%	40	110	4"
P3-L1	1	2%	40	110	4"
P3-L2	3	2%	40	110	4"
P3-L3	3	2%	40	110	4"
PT-L1	3	2%	40	110	4"
PT-L2	3	2%	40	110	4"
PT-L3	3	2%	40	110	4"
PB-L1	5	2%	50	110	4"
PB-L2	8	2%	63	110	4"

Tabla 3. 51 Diámetros de los ramales colectores del hotel

3.3.3 Cálculo de los bajantes de aguas residuales

El diámetro de las bajantes se obtiene en la tabla mostrada a continuación, como el mayor de los valores obtenidos considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas.

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Figura 3. 16 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD

Fuente: Documento Básico HS Salubridad

UBICACIÓN	BAJANTE	UNIDADES DE DESAGUE	MATERIAL	DIAMETRO (mm) Cálculo	DIAMETRO (mm) Comercial	Diámetro
N-O	1	14	PVC	75	110	4"
N-E	2	9	PVC	63	110	4"
S-O	3	9	PVC	63	110	4"

Tabla 3. 52 Diámetro de las bajantes y ubicación en el perímetro

3.3.4 Cálculo de la caja de registro AASS

En la tabla adjunta se obtienen las dimensiones mínimas necesarias (longitud L y anchura A mínimas) de una caja de registro en función del diámetro del colector de salida de ésta.

	100	150	200	250	300	350	400	450	500
L x A [cm]	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Figura 3. 17 Dimensiones de las cajas de registro

Para nuestro hotel, corresponde a una caja de dimensión 40x40.

3.4 Diseño de AAPP

Para el funcionamiento adecuado de aparatos sanitarios se debe dimensionar la red interior cumpliendo la Figura 2.25

3.4.1 Estimación de $Q_{max,d}$

Se detalla a continuación el cálculo de Consumo Máximo diario:

Datos			
Dotación=	$400 \frac{\text{Litros}}{\text{día} * \text{cama}}$	18 camas	$= 7200 \frac{\text{Litros}}{\text{día}}$
Riego=	$10 \frac{\text{Litros}}{\text{m}^2 * \text{día}}$	30 m^2	$= 300 \frac{\text{Litros}}{\text{día}}$
Piscina=			$= 2300 \frac{\text{Litros}}{\text{día}}$
Suma			$9800 \frac{\text{Litros}}{\text{día}}$
<i>Consumo Máximo diario total</i>			$9.8 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$

Tabla 3. 53 Consumo Máximo diario

3.4.2 Estimación de Q_{mp}

Cálculo del gasto instalado= suma de todos los consumos de artefactos sanitarios

			Incremento:	1.67	
UBICACION	APARATO SANITARIO	UNIDADES	Qi, min	Qi (lt/s)	
PB	Lavabo	5	0.10	0.84	
	Inodoro	5	1.25	10.44	
	Bidet	1	0.10	0.17	
	Ducha	1	0.20	0.33	
	Grifo para manguera	4	0.20	1.34	
	Fregadero cocina	1	0.20	0.33	
					13.44
			Total:	806.61	(lt/min)

Tabla 3. 54 Cálculo del caudal a producir en la planta baja

UBICACION	APARATO SANITARIO	UNIDADES	Qi, min	Qi (lt/s)	
1ER PISO	Lavabo	3	0.10	0.30	
	Inodoro	3	1.25	3.75	
	Ducha	3	0.20	0.60	
					4.65
			Total:	279	(lt/min)

Tabla 3. 55 Cálculo del caudal a producir en el piso 1

UBICACION	APARATO SANITARIO	UNIDADES	Qi, min	Qi (lt/s)	
2DO PISO	Lavabo	3	0.10	0.30	
	Inodoro	3	1.25	3.75	
	Ducha	3	0.20	0.60	
				4.65	(lt/s)
			Total:	279	(lt/min)

Tabla 3. 56 Cálculo del caudal a producir en el piso 2

UBICACION	APARATO SANITARIO	UNIDADES	Qi, min	Qi (lt/s)	
3ER PISO	Lavabo	2	0.10	0.20	
	Inodoro	2	1.25	2.50	
	Ducha	2	0.20	0.40	
	Fregadero cocina	1	0.20	0.20	
				3.3	(lt/s)
			Total:	198	(lt/min)

Tabla 3. 57 Cálculo del caudal a producir en el piso 3

UBICACION	APARATO SANITARIO	UNIDADES	Qi, min	Qi (lt/s)	
TERRAZA	Lavabo	1	0.10	0.10	
	Inodoro	1	1.25	1.25	
	Fregadero	2	0.20	0.40	
	Lavadora	1	0.20	0.20	
				1.95	(lt/s)
			Total:	117	(lt/min)

Tabla 3. 58 Cálculo del caudal a producir en la terraza

$$Q_i = 1679.61 \text{ lt/min}$$

$$Q_{mp} = 1.7391xQ_i^{0.6891}$$

$$Q_{mp} = 290.28 \text{ lt/min}$$

3.4.3 Estimación del diámetro de la acometida

Uso	Diámetro del Medidor mm	Consumo máx. diario m ³ / día (C)	Gasto máx. Probable lt / min (QMP)
Domiciliario	13	3	50
	19	5	80
	25	7	117
	38	20	333
	50	100	1667
Industrial	75	275	4583
	100	450	-
	150	1000	-

Figura 3. 18 Diámetro de Acometida según el uso.

El diámetro que cumple con las condiciones de Consumo máximo diario y Q_{mp} es 38 mm es decir 1 ½ “.

La pérdida de carga en el medidor será igual a:

$$J_{map} = 0.036 \left(\frac{Q_{mp}}{c} \right)^2$$

$$J_{map} = 20.76 \text{ m. c. a}$$

V cisterna= 9000 lts

Caudal Q requerido para la acometida:

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{9000 \text{ lts}}{14400 \text{ s}}$$

$$Q = 0.63 \text{ l/s}$$

Con este caudal calculado y con una velocidad recomendada de

$$v = 1.5 \text{ m/s}$$

Utilizando la tabla de Flamant tenemos:

1 1/2" $j = 4C (V^{1.75} / D^{1.25})$ $Q = AV$ $j = 6,1C (Q^{1.75} / D^{4.75})$

Unidades	Caudal Q			V	hv	Pérdidas por fricción en m/m				
	gal/min	l/min	l/s			Coeficiente de fricción C				
						Fundido 0,00031	Galva- nizado 0,00023	Acero 0,00018	Cobre 0,00012	P.V.C. 0,00010
14	10	37,85	0,63	0,55	0,02	0,026	0,019	0,015	0,010	0,008
16	12	45,42	0,76	0,66	0,02	0,036	0,027	0,021	0,014	0,012
22	13	49,21	0,82	0,72	0,03	0,041	0,031	0,024	0,016	0,013
23	16	60,56	1,01	0,89	0,04	0,060	0,044	0,035	0,023	0,019
30	20	75,70	1,26	1,11	0,06	0,088	0,065	0,051	0,034	0,028
38	24	90,84	1,51	1,33	0,09	0,121	0,090	0,070	0,047	0,039
40	25	94,63	1,58	1,38	0,10	0,130	0,096	0,075	0,050	0,042
46	28	105,98	1,77	1,55	0,12	0,158	0,118	0,092	0,061	0,051
47	30	113,55	1,89	1,66	0,14	0,179	0,133	0,104	0,069	0,058
60	32	121,12	2,02	1,77	0,16	0,200	0,149	0,116	0,078	0,065
70	35	132,48	2,21	1,94	0,19	0,234	0,174	0,136	0,091	0,076
75	36	136,26	2,27	1,99	0,20	0,246	0,183	0,143	0,095	0,079
85	40	151,40	2,52	2,21	0,25	0,296	0,220	0,172	0,115	0,095
110	45	170,33	2,84	2,49	0,32	0,364	0,270	0,211	0,141	0,117
130	50	189,25	3,15	2,77	0,39	0,437	0,324	0,254	0,169	0,141
155	55	208,18	3,47	3,04	0,47	0,517	0,383	0,300	0,200	0,167

Figura 3. 19 Tabla de Flamant

3.4.4 Columnas o montante de AAPP.

Deben calcularse sus diámetros para cada caso de acuerdo a:

Altura del edificio	Diámetro del montante en mm		
	Q < 0.9 L/s	0.9 L/s < Q < 1.75 L/s	1.75 L/s < Q < 2.5 L/s
Menor a 15 m	25	32	40
Mayor a 15 m	32	40	50

Figura 3. 20 Diámetro mínimo del montante

Por lo tanto, se usará bajantes de 25mm es decir de 1".

3.4.5 Potencia de la bomba

DESCRIPCION	UNIDADES SERVIDAS	Q	Q	V	hv	C	J	φ	φ
		l/s	l/min	m/s	m.c.a	friccion	m/m	pulg	mm
Lavandería Terraza	2	0.4	24	0.87	0.04	0.0001	0.031	1"	25.4
Baño terraza	3	1.55	93	1.38	0.1	0.0001	0.042	1 1/2"	40
Hab 1 cama-3er piso	3	1.55	93	1.38	0.1	0.0001	0.042	1 1/2"	40
Hab matrimonial-3er piso	3	1.55	93	1.38	0.1	0.0001	0.042	1 1/2"	40
Cocina-3er piso	1	0.2	12	1.5	0.11	0.0001	0.191	1/2"	12.7
Hab 2 cama-2do piso	3	1.55	93	1.38	0.1	0.0001	0.042	1 1/2"	40
Hab compartida + Hab matrimonial- 2do piso	6	3.1	186	2.77	0.39	0.0001	0.141	1 1/2"	40
Hab 2 cama-1er piso	3	1.55	93	1.38	0.1	0.0001	0.042	1 1/2"	40
Hab compartida + Hab matrimonial- 1er piso	6	3.1	186	2.77	0.39	0.0001	0.141	1 1/2"	40
Baño cocina- PB	3	1.68	100.8	2.15	0.24	0.0001	0.114	1 1/4"	32
Baño público-PB	5	4.68	280.8	3.04	0.47	0.0001	0.167	1 1/2"	40
Baño recepción +piscina	5	2.02	121.2	2.55	0.33	0.0001	0.154	1 1/4"	32

Tabla 3. 59 Cálculo de la succión para la bomba

Del último tramo de tubería:

- Unidades servidas: 5
- Caudal: 2.02 l/s

De la tabla de Flamant con diámetro 1 ¼"

- Velocidad: 2.55 m/s
- Perdida hv: 0.33 m
- Perdida j: 0.154 m/m

Se estima una perdida por accesorios de 12 m

Longitud H: 1.20 m

Longitud V: 1.5 m (Cisterna)

Longitud total= Longitud equivalente + Long V + Long H

Longitud Total= 12 m + 1.5 m + 1.2 m= 14.7 m

Pérdida total por fricción= 14.7 x 0.154= 2.26 m

Altura total de succión= 1.5 +2.26 = 3.76 m

Altura dinámica total de diseño (T.H.D)

THD= Succión + Impulsión

THD= 3.76+ 35 =38.76 m

$$P = \frac{Qb * Pd}{76 * \%effi}$$

$$P = \frac{2.02 * 38.76}{76 * 0.65}$$

$$P = 1.58 \text{ HP}$$

Se estima una potencia de 2HP para la bomba.

3.5 Diseño de AALL

3.5.1 Canaleta

La función de las canaletas es recoger el agua de lluvia de las vertientes del techo y conducirla hacia las bajadas, que son las encargadas de llevar el agua hasta el nivel del terreno. Los colectores de aguas lluvias pueden trabajar a tubo lleno ya que no se requieren presiones específicas, tampoco se requiere ventilación. El tamaño de la canaleta debe estar en relación con la superficie de cubierta que desagua.

Se calcula una sección de 0,8 cm² por cada m² de cubierta. No existe una norma fija respecto a la pendiente mínima de las canales, pero es un hecho que las con menos pendiente se ven mejor que las de inclinación mayor. La pendiente más usual es entre 0,7 a 1 cm por cada metro lineal. La pendiente de la canaleta deberá conducir hacia la bajada más cercana. La intensidad comúnmente usada es de 100 mm/hora/m² = 0,0278litros/segundo/m². Por lo tanto, se usará una canaleta de 4" para una pendiente de 1%.

ϕ	Intensidad de la lluvia en mm/h								
	S = 1.0%					S = 2.0%			
	pulg.	50	75	100	125	150	50	75	100
3	150	100	75	60	50	215	140	105	85
4	315	230	170	135	115	400	325	245	195
5	620	410	310	245	205	875	580	435	350
6	990	660	495	395	330	1.400	935	700	560
8	2.100	1.425	1.065	855	705	3.025	2.015	1.510	1.210
C	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347	0.0417	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347

Figura 3. 21 Dimensión del colector de aguas lluvias en función de la intensidad de lluvia
Fuente: “Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones”, R. Pérez Carmona

3.5.2 Bajantes AALL

El número de bajadas necesarias dependerá de la pendiente de la canal; por corta que ésta sea, necesitará tener al menos una.

Cuando la pendiente es poca, una bajada cada 5 o 6 mts. de canal puede ser suficiente. Si la pendiente es mayor, se considera una cada 9 o 10 mts.

Al igual que las canales, el tamaño de su sección debe estar relacionado con la superficie de cubierta que desagua. Lo más frecuente es considerar 0,7 cm² de sección por cada m² de cubierta.

Normalmente, una bajada sirve para evacuar aproximadamente 65 m² de superficie de techo.

Ø"	Intensidad de la lluvia en mm/h					
	50	75	100	125	150	200
2	130	85	65	50	40	30
2.5	240	160	120	95	80	60
3	400	270	200	160	135	100
4	850	570	425	340	285	210
5	1.570	1.050	800	640	535	400
6	2.450	1.650	1.200	980	835	625
8	5.300	3.500	2.600	2.120	1.760	1.300
C	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347	0.0417	0.0556

Figura 3. 22 Dimensión de bajante de aguas lluvias en función de la intensidad de lluvia
Fuente: “Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones”, R. Pérez Carmona

Por lo tanto, se usará tres bajantes de 2 ½” Para una intensidad de lluvia de 100 mm/h.

3.6 Regularización ambiental

El Ministerio de Ambiente (MAE), es la Autoridad Ambiental Nacional encargada de establecer los lineamientos para la conservación y restauración de la biodiversidad. El cumplimiento de la legislación ambiental es uno de los objetivos básicos que debe satisfacer toda Obra de Ingeniería Civil, con el fin de certificarse y evitar sanciones. Para eso se tiene definido tres categorías según el impacto que pueden generar en su entorno: El Certificado Ambiental, se lo otorga a toda industria que no tenga un impacto significativo; el Registro Ambiental se lo otorga a empresas que produzcan impactos de nivel bajo y la Licencia Ambiental se otorga a entidades que brindan servicios que ocasionan impactos de grado medio o alto.

El proceso de licenciamiento ambiental consiste en registrarse en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA). De acuerdo a la plataforma y con la descripción de la actividad (Construcción y/u Operación de Hoteles y Moteles), el tramite corresponde a un Registro Ambiental y tiene un costo de \$180. El registro ambiental se encuentra detallado en el **APÉNDICE C**

- ▼ SERVICIOS
 - ▶ COMERCIO AL POR MAYOR Y POR MENOR
 - ▶ REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO
 - ▶ TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO
 - ▶ AEROFUMIGACIÓN
 - ▼ ACTIVIDADES DE ALOJAMIENTO
 - ▣ CONSTRUCCIÓN Y/U OPERACIÓN DE HOTELES Y MOTELES

Figura 3. 23 Catálogo de actividades de la plataforma del MAE (SUIA)

Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN Y/U OPERACIÓN DE HOTELES Y MOTELES
Su trámite corresponde a un(a)	REGISTRO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato.
Costo del trámite	180.0 dólares (Tiene un costo adicional si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

Especifique el rango de operación *

1.0 - 50.0 número de habitaciones

Figura 3. 24 Tipo de regularización ambiental

3.7 Estimación del Presupuesto

Se consideró un presupuesto referencial de la edificación por medio de un análisis de precios unitarios el cual consta de una gama de rubros que comprende la fase de construcción de la obra, el detalle del presupuesto se encuentra en el **APÉNDICE D**, el cual es de \$442,167.20, lo que corresponde a un valor de 767.65 \$/m²

CAPÍTULO 4

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- El diseño propuesto del Hotel cumple con los criterios de diseño sismo resistente establecidos en la normativa ecuatoriana NEC-2015, así como las normas éticas, sociales y morales que involucra la seguridad y bienestar de la comunidad que constan en el código de ética de Ingeniería Civil.
- Para la cimentación de la estructura, se optó por realizar zapatas corrida en la dirección Y, ya que en esa dirección se tienen columnas muy juntas y al calcular el área necesaria de zapata para suplir los esfuerzos admisibles sobre el suelo nos da que sus áreas se montan.
- Se constató el cumplimiento del límite de derivas y desplazamientos ante la ocurrencia de un sismo, por lo que la estructura cumple con el diseño sismo resistente.
- Dado que el índice de estabilidad Q_i de la estructura no supera el valor 0.3, el diseño se considera estable.
- Los efectos P- Δ no se tomaron a consideración, debido a que el valor de Q_i no supera el valor de 0.1.
- Como resultado general del diseño eléctrico, se estableció una carga total de 5 A y 10 A en los disyuntores de planta baja, para los circuitos de dispositivos de alumbrado y tomacorriente, 1 conductor de 14 AWG y 1 conductor para el neutro de menor calibre (16 AWG), pudiendo seleccionar el tamaño de la tubería de 3/8", a causa del conductor previamente seleccionado.
- Se obtuvieron tablas de cuantificación de materiales a partir de los planos estructurales realizados con el software Revit, lo que resulta ser beneficioso al momento de estimar el presupuesto.
- El costo estimado de la estructura resultó estar en el orden de los \$767.65/ m², incluyendo el porcentaje de utilidad de un 8,50%.
- Con relación al Plan de Manejo Ambiental se concluye que la obra es viable ambientalmente, debido a que no genera un impacto significativo en sus fases de construcción, operación y mantenimiento, se estimó un valor de \$13,130.00 para el cumplimiento del PMA.

Recomendaciones

- Debido a que no se contó con la maquinaria debida para la extracción de las muestras de suelo del terreno, se recomienda realizar una toma de muestras más exhaustiva a fin de garantizar la capacidad admisible del suelo y las condiciones del diseño de la cimentación.
- Se requerirá realizar un mayor número de calicatas para verificar las características del suelo en toda el área donde se implantará el Hotel.
- Para el proceso constructivo, se deberá contar con un adecuado apuntalamiento tanto de las vigas principales como de los paños de la losa nervada para evitar deflexiones.
- Es necesario que los ordenadores del equipo de modelamiento y diseño cuenten con un procesador de última generación para asegurar la calidad de los planos a detalle y que al momento de elaborarlos no generen errores ni retrasos.
- Como exclusiones, no se está considerando el tendido eléctrico de las luces de emergencia, por lo que se recomienda contar con un Ingeniero eléctrico para su debida distribución.
- Dado que el diseño de las instalaciones tanto de AAPP, AALL, AASS, EEE, no fueron realizadas de manera profunda, se recomienda analizarlas con mayor detalle con profesionales en el tema, a fin de estimar perdidas y verificar caudales.

APÉNDICE

APÉNDICE A

ESTUDIOS DE SUELOS

	PROFUNDIDAD	MUESTREADOR	RECUPERACION	Nº DE GOLPES	RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE (kg/m ²)	DESCRIPCION
1	0.55 – 1.00	Tubo Shelby	45 / 45	5-4-8	0.1 a 1.0	Arcilla Café oscura
2	1.55 – 2.00			7-12-16	0.1 a 2.0	Limo arcilloso gris oscuro
3	2.55 – 3.00			14-17-18	2.0 a 4.0	Arcilla limosa amarillenta
4	3.55 – 4.00			13-15-16		Arcilla amarilla con intercalaciones arena fina
5	4.55 – 5.00	15-23-32		Arena media amarillenta		
6	5.55 – 6.00	10-15-24		Arena gruesa con grava también gruesa con cementante arcilloso		
7	6.55 – 7.00	11-17-23		Arcilla gris dura y gravillas		
8	7.55 – 8.00	10-15-24		Arena amarillenta en matriz arcillosa, compacta		
9	8.55 – 9.00	21-26-40		> a 4.0		Arena media gris amarillenta
10	9.55 – 10.00	8-12-18		2.0 a 4.0		

Figura A.1 Perforación 1

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental - Playas

	PROFUNDIDAD	MUESTREADOR	RECUPERACION	Nº DE GOLPES	RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE (kg/m ²)	DESCRIPCION	
1	0.55 – 1.00	Tubo Shelby	45 / 45	7-4-8	0.1 a 2.0	Arcilla Café oscura	
2	1.55 – 2.00			4-5-7		Limo arcilloso gris oscuro	
3	2.55 – 3.00			8-9-10		Arcilla limosa amarillenta	
4	3.55 – 4.00			8-10-9		Arcilla amarilla con intercalaciones arena fina	
5	4.55 – 5.00	CP		13-18-15	2.0 a 4.0	Arena media amarillenta	
6	5.55 – 6.00			19-20-21		Arena gruesa con grava cementada con arcilloso	
7	6.55 – 7.00			9-14-16		Arcilla gris dura	
8	7.55 – 8.00			45 / 40	15-35-34	> a 4.0	Arena amarillenta fina y compacta
9	8.55 – 9.00				22-26-34		Arena media gris amarillenta
10	9.55 – 10.00			45 / 38	30-20-35		Arena media amarillenta

Figura A.2 Perforación 2

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental - Playas

	PROFUNDIDAD	MUESTREADOR	RECUPERACION	Nº DE GOLPES	RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE (kg/m ²)	DESCRIPCION
1	0.55 – 1.00	Tubo Shelby	45 / 45	10-12-20	2.0 a 4.0	Arcilla Café oscura
2	1.55 – 2.00			5-8-9		Limo arcilloso color gris oscuro
3	2.55 – 3.00			11-12-10		Arcilla limosa amarillenta
4	3.55 – 4.00			18-25-28	> a 4.0	Limo amarillento con intercalaciones de arena fina
5	4.55 – 5.00	12-15-40	Arena media amarillenta			
6	5.55 – 6.00	7-23-39	Arena gruesa con grava en matriz arcilloso			
7	6.55 – 7.00	9-14-24	Arcilla gris dura			
8	7.55 – 8.00	45 / 40	11-15-30	Arena amarillenta fina y compacta con cementante arcillosa		
9	8.55 – 9.00	45 / 38	10-18-24	Arena media gris amarillenta		
10	9.55 – 10.00	45 / 40	9-12-26	> a 4		Arena media gris amarillenta con grava

Figura A.3 Perforación 3

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental - Playas

REGISTROS DE CALICATAS

	PROFUNDIDAD	SUCS	DESCRIPCION VISUAL
1	0.00 – 0.30	CH	Arcilla con restos vegetales
	0.30 – 1.00		Arcilla café oscura
	1.00 – 1.80	ML	Limo arcilloso color café
2	0.00 – 0.35	CH	Arcilla con restos vegetales
	0.35 – 0.90	CH	Arcilla café oscura
	0.90 – 2.10	ML	Limo arcilloso color café
3	0.00 – 0.20	CH	Arcilla con restos vegetales
	0.20 – 1.20	CH	Arcilla café oscura
	1.20 – 1.80	ML	Arcilla café oscura, con vetillas blancas
4	0.00 – 0.40	CH	Arcilla con restos vegetales
	0.30 – 1.50		Arcilla café oscura
	1.50 – 2.20	ML	Limo arcilloso color café, con pintas blancas
5	0.00 – 0.35	CH	Arcilla con restos vegetales
	0.35 – 1.50		Arcilla café oscura, con vetillas blancas
	1.50 – 2.40	ML	Limo arcilloso color café, con pintas blancas
6	0.00 – 0.30	CH	Arcilla con restos vegetales
	0.30 – 1.60		Arcilla negra con pintas blancas, agrietada
	1.60 – 2.10	ML	Arcilla café oscura, con vetillas blancas
7	0.00 – 0.18	CH	Arcilla con restos vegetales, con grietas de tensión
	0.18 – 1.80		Arcilla limosa café oscura
	1.80 – 2.50	ML	Limo arcilloso café
8	0.00 – 0.30	CH	Arcilla con restos vegetales
	0.30 – 2.00		Arcilla café oscura, con vetillas blancas
	2.00 – 2.50	ML	Suelo arcilloso negro con vetillas blancas, con grietas
9	0.00 – 0.40	CH	Capa vegetal arcillosa
	0.40 – 1.50		Arcilla casi negra y capas cafés
	1.50 – 2.10	ML	Limo arcilloso café

Figura A.4 Registro de calicatas

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental - Playas

ENSAYOS DE LABORATORIO DE PERFORACIONES

PERF.	DESCRIPCIÓN VISUAL	SUCS	WL	WP	IP	DENSIDAD	EXPANSION	G _u
1	Arcilla limosa	CH	57.80	27.11	30.69	1,492	15.6	12.24
			50.11	21.45	28.66			13.11
	Limo arcilloso	ML	49.34	22.78	26.56	1,505	1.01	
			40.05	27.98	12.07			
	Arena limosa	ML						
	Arena media	ML				1,532		
	Arena fina	ML						
	Arena con gravilla	ML				1,511		
Arena media	SM							
Gravilla y gravas	ML				1,794			
2	Arcilla limosa	CH	55.29	22.34	32.95		14.11	8.76
			54.14	23.12	31.02			
	Limo arcilloso	ML	47.98	21.24	26.74		1.18	11.56
			47.04	30.23	16.81			
	Limo arenoso	ML				1,618		
	Arena limosa	ML						
	Arena fina	ML						>70
	Arena con gravilla	SM						
Arena media	ML				1,622			
Gravillas	ML				1,723			
Gravillas y gravas	ML							
3	Arcilla limosa	CH	58.33	21.90	36.43	1,422	9.23	6.32
			51.80	20.91	30.89			8.59
	Limo arcilloso	ML	44.30	28.15	16.15		4.76	14.78
			52.99	24.93	28.06			
	Arena limosa y clastos	ML				1,575		>45
	Arena fina gravillas	ML						
	Arena fina	SC				1,611		
	Arena con gravilla	ML						
		MH						>65
Gravillas	ML							
Arena arcillosa	SC				1,596			
Gravillas y gravas	ML							
					1,761			

Figura A.5 Resultados del laboratorio de perforaciones

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental-Playas

ENSAYOS DE LABORATORIO DE CALICATAS

CALICATA	DESCRIPCIÓN VISUAL	SUCS	WL	WP	IP	DENSIDAD	EXPANSION	G _o
1	Arcilla limosa	CH	58.56	25.11	33.45	1,492	13.32	11.11
			50.18	18.45	31.73			
	Limo arcilloso	ML	45.34	19.18	26.16	1,455		
			40.05	27.98	12.07			
2	Arcilla limosa	CH	49.18	18.45	30.73			13.67
			46.89	20.34	26.55	1,509		
	Limo arcilloso	ML	47.98	18.40	29.58			
3	Arcilla limosa	CH	50.22	20.11	30.11			
			50.18	18.39	31.79	1,528		
	Limo arcilloso	ML	44.37	21.18	23.19			
			43.56	20.98	22.58	1,494		
4	Arcilla limosa	CH	52.51	20.11	32.40			9.45
			50.29	18.36	31.93			
5	Arcilla limosa	CH	54.78	23.12	31.66		12.76	
			52.98	21.11	31.87			
6	Limo arcilloso	ML	47.04	22.23	24.81			
			44.30	28.15	16.15	1,518		
7	Limo arcilloso	ML	46.04	18.88	27.16			12.12
			50.54	19.93	30.61			
8	Limo arcilloso	ML	48.44	22.23	26.21			
	Limo arenoso		46.04	20.23	25.81	1,601		
9	Arcilla limosa	CH	53.21	19.67	33.54			
			49.89	19.16	30.73	1,515		
10	Limo arcilloso	ML	42.26	18.22	24.04			
	Arcilla limosa	CH	58.33	21.90	36.43	1,482	18.78	
11	Arcilla limosa	CH	51.80	20.91	30.89			9.23
	Limo arcilloso		56.16	25.11	31.05			
12	Arcilla limosa	CH					9.67	
	Limo arcilloso					1,502		
13	Limo arcilloso	ML	47.26	23.29	23.97			
			49.36	19.28	30.08	1,517		
14	Arcilla limosa	CH	52.99	24.93	28.06			15.89
	Limo arcilloso	ML	50.11	21.43	28.68			
15	Arcilla limosa	CH				1,596		18.11
	Limo arcilloso	ML	44.30	28.15	16.15	1,761		

Figura A.6 Resultados del laboratorio de calicatas

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental-Playas

Ensayo de compresión simple q_u (no confinada)

Datos		
Espécimen	N°1	N°2
Altura inicial	136.30 mm	108 mm
Diámetro Inicial	61 mm	60 mm
Peso unitario seco inicial	17.72 kN / m ³	19.28 kN / m ³
Contenido de humedad inicial	10.4 %	4.9 %
Relación de Vacío	0.47	0.35
Grado de saturación	59.28 %	37.42 %

Tabla A.1 Datos iniciales del espécimen 1 y 2 (diferencia de 1 semana entre muestras)

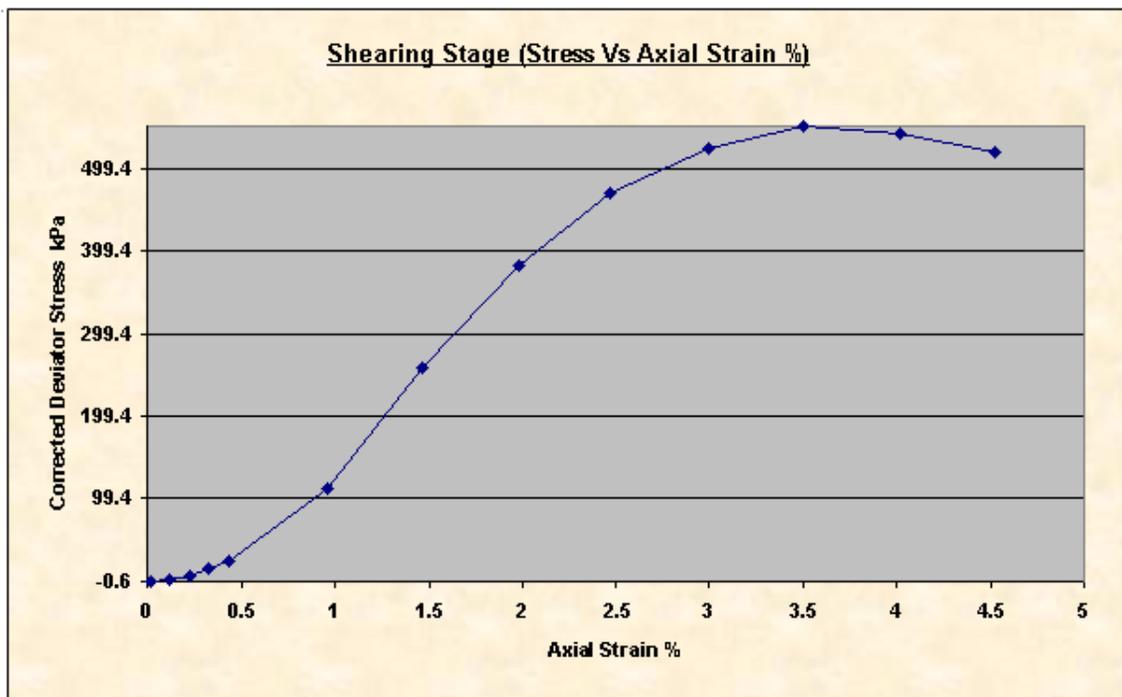


Figura A.7 Gráfico Etapa de Corte, espécimen 1 (Esfuerzo vs Deformación Axial)

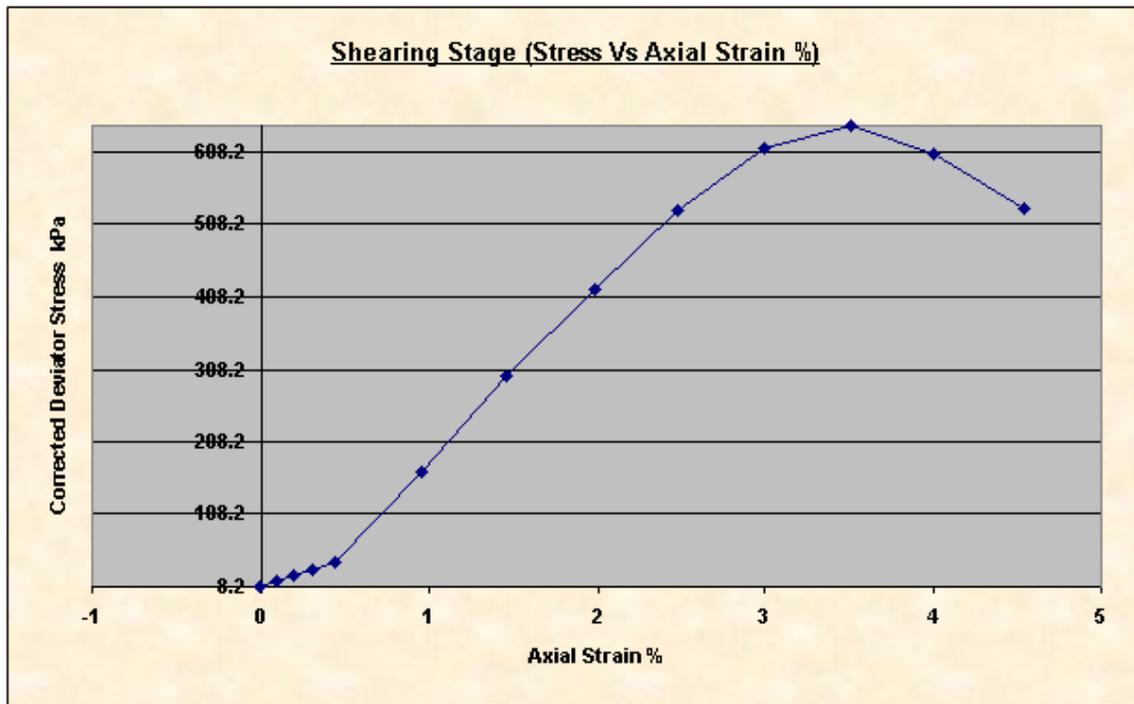


Figura A.8 Gráfico de Etapa de Corte, espécimen 2 (Esfuerzo vs Deformación Axial)

Condiciones de Corte		
Espécimen	Nº1	Nº2
Tasa de deformación axial	0.30% / min	
Condiciones de Falla		
Fuerza de compresión	549.8 kPa	643.4 kPa
Deformación Axial	3.50 %	3.51 %
Contenido final de humedad	10.4 %	4.9 %
Peso unitario final	19.57 kN / m ³	20.22 kN / m ³

Tabla A.2 Condiciones de Corte y Falla

Granulometría – Muestra 1

# Tamiz	Abertura [mm]	Peso Parcial [g]. (1)	% Retenido (3)=[(1)/(2)]x100	% Retenido acumulado (4)=Σ (3)	% Pasante Acumulado (5)=100-(4)
No. 4	4.750	15.43	15.41	15.41	84.59
No. 10	2.000	6.22	6.21	21.63	78.37
No. 40	0.425	10.92	10.91	32.54	67.46
No. 200	0.075	24.91	24.89	57.42	42.58
Fondo		42.62	42.58	100.00	0.00
Total (2)		100.10	100.00		

Tabla A.3 Muestra 1, Granulometría

Límite Líquido – Muestra 1

No Ensayo	Columna1	1	2	3	4
No Recipiente	[1]	47	39	5	34
Wh+r (gr)	[2]	17.02	15.81	17.17	17.79
Ws+r (gr)	[3]	13.94	13.11	14.21	14.8
r(recipiente gr)	[4]	6.06	6.08	5.94	6.17
Ww=[2]-[3] gr	[5]	3.08	2.7	2.96	2.99
Ws=[3]-[4] gr	[6]	7.88	7.03	8.27	8.63
w%=[5]/[6]x100	[7]	39.09	38.41	35.79	34.65
No golpes	[8]	16	18	26	28
log (No golpes)=log[8]	[9]	1.2041	1.2552	1.4149	1.4471

Tabla A.4 Muestra 1, Límite Líquido

Límite Plástico – Muestra 1

No Ensayo	Columna1	1	2	3
No Recipiente	[1]	12	3	1
Wh+r (gr)	[2]	10.96	10.11	11.34
Ws+r (gr)	[3]	10.15	9.35	10.47
r(recipiente gr)	[4]	6	5.93	5.92
Ww=[2]-[3] gr	[5]	0.81	0.76	0.87
Ws=[3]-[4] gr	[6]	4.15	3.42	4.55
w%=[5]/[6]x100	[7]	19.52	22.22	19.12

Tabla A.5 Muestra 1, Límite Plástico

Propiedades del Índice

WL %:	35.8
WP %:	20.29
IP:	15.51
SUCS:	SC

Tabla A.6 Propiedades del Índice, Muestra 1

Granulometría – Muestra 2

# Tamiz	Abertura [mm]	Peso Parcial [g]. (1)	% Retenido (3)=[(1)/(2)]x100	% Retenido acumulado (4)=Σ (3)	% Pasante Acumulado (5)=100-(4)
No. 4	4.750	7.53	7.53	7.53	92.47
No. 10	2.000	4.19	4.19	11.72	88.28
No. 40	0.425	10.32	10.32	22.04	77.96
No. 200	0.075	29.94	29.94	51.98	48.02
Fondo		48.02	48.02	100.00	0.00
Total (2)		100	100.00		

Tabla A.7 Muestra 2, Granulometría

Límite Líquido – Muestra 2

No Ensayo	Columna1	1	2	3	4
No Recipiente	[1]	49	33	6	22
Wh+r (gr)	[2]	14.53	14.79	15.13	14.5
Ws+r (gr)	[3]	12.11	12.38	12.66	12.14
r(recipiente gr)	[4]	6.04	6.26	6.31	5.98
Ww=[2]-[3] gr	[5]	2.42	2.41	2.47	2.36
Ws=[3]-[4] gr	[6]	6.07	6.12	6.35	6.16
$w\% = ([5]/[6]) \times 100$	[7]	39.87	39.38	38.90	38.31
No golpes	[8]	19	23	26	29
$\log(\text{No golpes}) = \log[8]$	[9]	1.278	1.361	1.414	1.462

Tabla A.8 Muestra 2, Límite Líquido

Límite Plástico – Muestra 2

No Ensayo	Columna1	1	2	3
No Recipiente	[1]	29	43	41
Wh+r (gr)	[2]	12.13	10.32	11.67
Ws+r (gr)	[3]	11.24	9.6	10.84
r(recipiente gr)	[4]	6.32	6.16	6.16
Ww=[2]-[3] gr	[5]	0.89	0.72	0.83
Ws=[3]-[4] gr	[6]	4.92	3.44	4.68
$w\% = ([5]/[6]) \times 100$	[7]	18.09	20.93	17.74

Tabla A.9 Muestra 2, Límite Plástico

Propiedades del Índice

WL %:	38.8
WP %:	18.92
IP:	19.88
SUCS:	SC

Tabla A.10 Propiedades del Índice, Muestra 2

Granulometría – Muestra 3

# Tamiz	Abertura [mm]	Peso Parcial [g]. (1)	% Retenido (3)=[(1)/(2)]x100	% Retenido acumulado (4)=Σ (3)	% Pasante Acumulado (5)=100-(4)
No. 4	4.750	1.54	1.54	1.54	98.46
No. 10	2.000	2.87	2.87	4.41	95.59
No. 40	0.425	11.79	11.78	16.19	83.81
No. 200	0.075	33.06	33.04	49.24	50.76
Fondo		50.79	50.76	100.00	0.00
Total (2)		100.05	100.00		

Tabla A.11 Muestra 3, Granulometría

Límite Líquido – Muestra 3

No Ensayo	Columna1	1	2	3	4
No Recipiente	[1]	22	45	51	3
Wh+r (gr)	[2]	15.85	15.01	16.42	14.13
Ws+r (gr)	[3]	12.93	12.37	13.42	11.69
r(recipiente gr)	[4]	5.98	6.13	6.22	5.93
Ww=[2]-[3] gr	[5]	2.92	2.64	3	2.44
Ws=[3]-[4] gr	[6]	6.95	6.24	7.2	5.76
$w\% = ([5]/[6]) \times 100$	[7]	42.01	42.31	41.67	42.36
No golpes	[8]	30	28	34	22
$\log(\text{No golpes}) = \log[8]$	[9]	1.447	1.447	1.5314	1.3424

Tabla A.12 Muestra 3, Límite Líquido

Límite Plástico – Muestra 3

No Ensayo	Columna1	1	2	3	4
No Recipiente	[1]	47	22	6	3
Wh+r (gr)	[2]	11.55	12.07	11.75	13.95
Ws+r (gr)	[3]	10.67	11.04	10.86	12.57
r(recipiente gr)	[4]	6.06	5.98	6.31	5.93
Ww=[2]-[3] gr	[5]	0.88	1.03	0.89	1.38
Ws=[3]-[4] gr	[6]	4.61	5.06	4.55	6.64
$w\% = ([5]/[6]) \times 100$	[7]	19.09	20.36	19.56	20.78

Tabla A.13 Muestra 3, Límite Plástico

Propiedades del Índice

WL %:	42.3
WP %:	19.95
IP:	22.35
SUCS:	CL

Tabla A.14 Propiedades del Índice, Muestra 3

Granulometría – Muestra 4

# Tamiz	Abertura [mm]	Peso Parcial [g]. (1)	% Retenido (3)=[(1)/(2)]x100	% Retenido acumulado (4)=∑ (3)	% Pasante Acumulado (5)=100-(4)
No. 4	4.750	4.1	4.10	4.10	95.90
No. 10	2.000	2.18	2.18	6.28	93.72
No. 40	0.425	11.31	11.30	17.58	82.42
No. 200	0.075	32	31.98	49.57	50.43
Fondo		50.46	50.43	100.00	0.00
Total (2)		100.05	100.00		

Tabla A.15 Muestra 4, Granulometría

Límite Líquido – Muestra 4

No Ensayo	Columna1	1	2	3	4
No Recipiente	[1]	42	44	18	17
Wh+r (gr)	[2]	14.56	14.29	13.29	14.14
Ws+r (gr)	[3]	11.94	11.8	11.07	11.71
r(recipiente gr)	[4]	6.29	6.13	6.17	6.07
Ww=[2]-[3] gr	[5]	2.62	2.49	2.22	2.43
Ws=[3]-[4] gr	[6]	5.65	5.67	4.9	5.64
$w\% = ([5]/[6]) \times 100$	[7]	46.37	43.92	45.31	43.09
No golpes	[8]	15	26	22	32
$\log(\text{No golpes}) = \log[8]$	[9]	1.176	1.414	1.342	1.477

Tabla A.16 Muestra 4, Límite Líquido

Límite Plástico – Muestra 4

No Ensayo	Columna1	1	2	3
No Recipiente	[1]	29	43	41
Wh+r (gr)	[2]	12.13	10.32	11.67
Ws+r (gr)	[3]	11.24	9.6	10.84
r(recipiente gr)	[4]	6.32	6.16	6.16
Ww=[2]-[3] gr	[5]	0.89	0.72	0.83
Ws=[3]-[4] gr	[6]	4.92	3.44	4.68
$w\% = ([5]/[6]) \times 100$	[7]	18.09	20.93	17.74

Tabla A.17 Muestra 4, Límite Plástico

Propiedades del Índice

WL %:	44.4
WP %:	18.92
IP:	25.48
SUCS:	CL

Tabla A.18 Muestra 4, Límite Líquido

APÉNDICE B

	ELASTICO	INELASTICO
T	Grafico	Grafico
(s)	Sa (g)	Sa*I/R (g)
0.000	0.425	0.053
0.353	0.765	0.096
1.941	0.765	0.096
2.000	0.731	0.091
2.050	0.705	0.088
2.150	0.656	0.082
2.250	0.613	0.077
2.400	0.556	0.070
2.550	0.508	0.064
2.700	0.466	0.058
2.850	0.430	0.054
3.000	0.398	0.050
3.150	0.370	0.046
3.300	0.345	0.043
3.450	0.323	0.040
3.600	0.303	0.038
3.750	0.285	0.036
3.900	0.269	0.034
4.050	0.254	0.032
4.200	0.240	0.030
4.350	0.228	0.029
4.500	0.217	0.027
4.650	0.206	0.026
4.800	0.197	0.025
4.950	0.188	0.023
5.100	0.180	0.022

Tabla B.1 Valores de aceleración espectral

Refuerzo de Vigas 30x45cm

$$A_s \text{ requerido} = \frac{M_u}{\phi * j * d * f_y}$$

$$\phi = 0.9; j = 0.9; M_u \rightarrow T - m; d \rightarrow m; f_y = 4.2 \frac{T}{cm^2}$$

$$A_s \text{ disponible} = \frac{\# \text{varillas} * \pi * D^2}{4}$$

$$D \rightarrow cm$$

$$A_s \text{ disponible} > A_s \text{ requerido}$$

$$w = \frac{A_s \text{ disp} * f_y}{b_w * d * f'c}$$

$$b_w \rightarrow cm; d \rightarrow cm$$

$$\phi M_n = \phi * b_w * d^2 * f'c * w * (1 - 0.59 * w)$$

$$b_w \rightarrow m; d \rightarrow m; \phi = 0.9; f'c = 2100 \frac{T}{m^2}$$

$$\rho = w * \frac{f'c}{f_y}$$

$$f'c = 210 \frac{kg}{cm^2}; f_y = 4200 \frac{kg}{cm^2}$$

	Tramo	Ubicación	Mu (T-m)	As, req	Refuerzo	As, disp (cm ²)	w	Ø Mn (T-m)	ρ
PISO 1	VIGA 2	A. Ext Neg	13.87	10.35	5Ø18	12.72	0.215	16.54	0.0108
		A. Ext Pos	3.85	2.87	3Ø16	6.03	0.102	8.44	0.0051
		Positivo	6.64	4.95	3Ø16	6.03	0.102	8.44	0.0051
		A. Int Neg	15.18	11.32	5Ø18	12.72	0.215	16.54	0.0108
		A. Int Pos	2.09	1.56	3Ø16	6.03	0.102	8.44	0.0051

Tabla B.2 Refuerzo requerido a flexión del piso 1

$$\rho > \rho_{\min}$$

$$\rho < \rho_{\max}$$

f'c	210	$\frac{kg}{cm^2}$	
fy	4200	$\frac{kg}{cm^2}$	
ρ mín	$\frac{14}{f_y}$	0.0033	Controla
ρ mín	$\frac{0.8 * \sqrt{f'c}}{f_y}$	0.0028	
ρ máx		0.025	

Tabla B.3 Análisis de la cuantía

	$M_n^- =$	16.54	(T-m)
M_n^+	\geq	$\frac{M_n^-}{2}$	
8.44	\geq	8.27	OK
	$M_n^- \text{ máx}$	16.54	(T-m)
M_n^+	\geq	$\frac{M_n^- \text{ máx}}{4}$	
8.44		4.14	OK

Tabla B.4 Comprobación de momentos del piso 1

	Tramo	Ubicación	Mu (T-m)	As, req	Refuerzo	As, disp (cm ²)	w	Ø Mn (T-m)	ρ
PISO 2	VIGA 2	A. Ext Neg	14.31	10.68	5Ø18	12.72	0.215	16.54	0.0108
		A. Ext Pos	3.54	2.64	3Ø16	6.03	0.102	8.44	0.0051
		Positivo	6.63	4.95	3Ø16	6.03	0.102	8.44	0.0051
		A.Int Neg	15.13	11.29	5Ø18	12.72	0.215	16.54	0.0108
		A. Int Pos	2.04	1.52	3Ø16	6.03	0.102	8.44	0.0051

Tabla B. 5 Refuerzo requerido a flexión del piso 2

	$M_n^- =$	16.54	(T-m)
M_n^+	\geq	$\frac{M_n^-}{2}$	
8.44	\geq	8.27	OK
	$M_n^- \text{ máx}$	16.54	(T-m)
M_n^+	\geq	$\frac{M_n^- \text{ máx}}{4}$	
8.44		4.14	OK

Tabla B.6 Comprobación de momentos del piso 2

	Tramo	Ubicación	Mu (T-m)	As, req	Refuerzo	As, disp (cm ²)	w	Ø Mn (T-m)	ρ
PISO 3	VIGA 2	A. Ext Neg	12.45	9.29	4Ø18	10.18	0.17	13.62	0.0086
		A. Ext Pos	1.67	1.24	3Ø16	6.03	0.10	8.44	0.0051
		Positivo	6.69	4.99	3Ø16	6.03	0.10	8.44	0.0056
		A. Int Neg	13.38	9.98	4Ø18	10.18	0.17	13.62	0.0086
		A. Int Pos	0.42	0.31	3Ø16	6.03	0.10	8.44	0.0051

Tabla B.7 Refuerzo requerido a flexión del piso 3

	$M_n^- =$	13.62	(T-m)
M_n^+	\geq	$\frac{M_n^-}{2}$	
8.44	\geq	6.81	OK
	$M_n^- \text{ máx}$	13.62	(T-m)
M_n^+	\geq	$\frac{M_n^- \text{ máx}}{4}$	
8.44		3.40	OK

Tabla B.8 Comprobación de momentos del piso 3

	Tramo	Ubicación	Mu (T-m)	As, req	Refuerzo	As, disp (cm ²)	w	Ø Mn (T-m)	ρ
PISO 4	VIGA 2	A. Ext Neg	8.60	6.41	4Ø18	10.18	0.172	13.62	0.0086
		A. Ext Pos	0.63	0.47	3Ø16	6.03	0.102	8.44	0.0051
		Positivo	4.89	3.65	3Ø16	6.03	0.102	8.44	0.0051
		A.Int Neg	8.75	6.53	4Ø18	10.18	0.172	13.62	0.0086
		A. Int Pos	1.10	0.82	3Ø16	6.03	0.102	8.44	0.0051

Tabla B.9 Refuerzo requerido a flexión del piso 4

	$M_n^- =$	13.62	(T-m)
M_n^+	\geq	$\frac{M_n^-}{2}$	
8.44	\geq	6.81	OK
	$M_n^- \text{ máx}$	13.62	(T-m)
M_n^+	\geq	$\frac{M_n^- \text{ máx}}{4}$	
8.44		3.40	OK

Tabla B.10 Comprobación de momentos del piso 4

Calculo de la longitud requerida de anclaje del refuerzo a flexión en columna exterior

Según lo descrito en el literal 21.7.5 del ACI 318-08, la longitud de desarrollo ldh para una barra con gancho estándar de 90° en concreto de peso normal no debe ser menor que el mayor valor entre $8db$, $150mm$ y la longitud requerida por la ecuación:

$$ldh = \frac{fy * db}{5.4\sqrt{f'c}}$$

	mm	cm
$\emptyset = db$	18	1.8
		cm
1*	$\frac{fy * db}{17.2 \sqrt{f'c}}$	30.33
		cm
2*	$8 * db$	14.4
3*	15	
	cm	
		30.33
		Controla

	mm	cm
$\varnothing = db$	16	1.6
		cm
1*	$f_y \cdot db / 17.2$ $\cdot (f'_c)^2$	26.9607009
		cm
2*	$8 \cdot db$	12.8
3*	15	
	cm	
		26.96
		Controla
400	>	20 \varnothing mayor
mm		360
		mm
		OK

Tabla B. 11 Cálculo de longitud requerida de anclaje del refuerzo

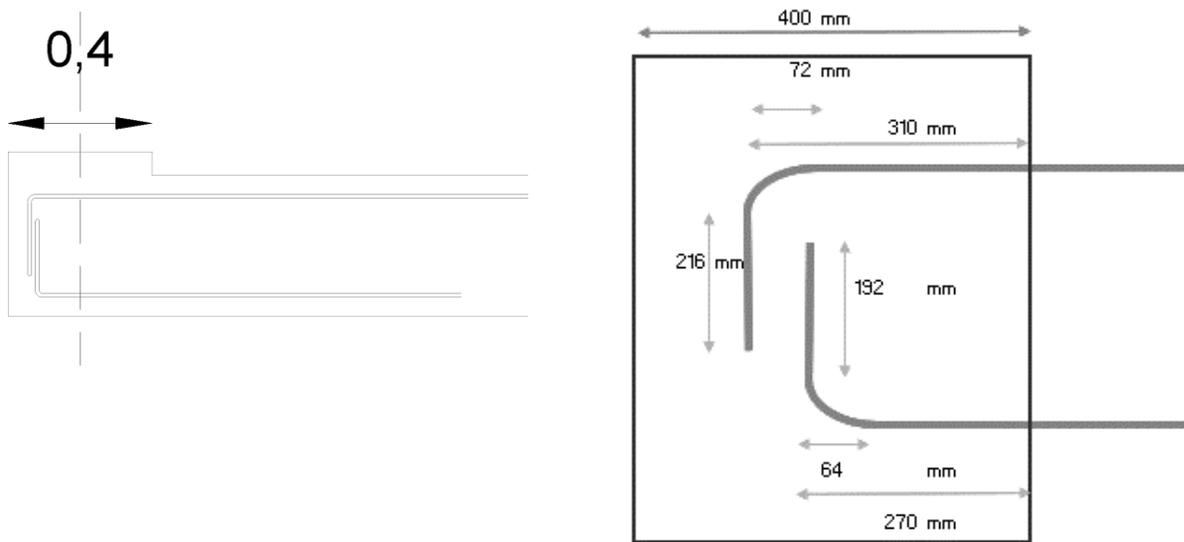


Figura B. 1 Longitud requerida de anclaje del refuerzo

Determinación del refuerzo a cortante

De acuerdo a lo descrito en el literal 21.5.4.1 del ACI 318-08, se realizan los siguientes cálculos:

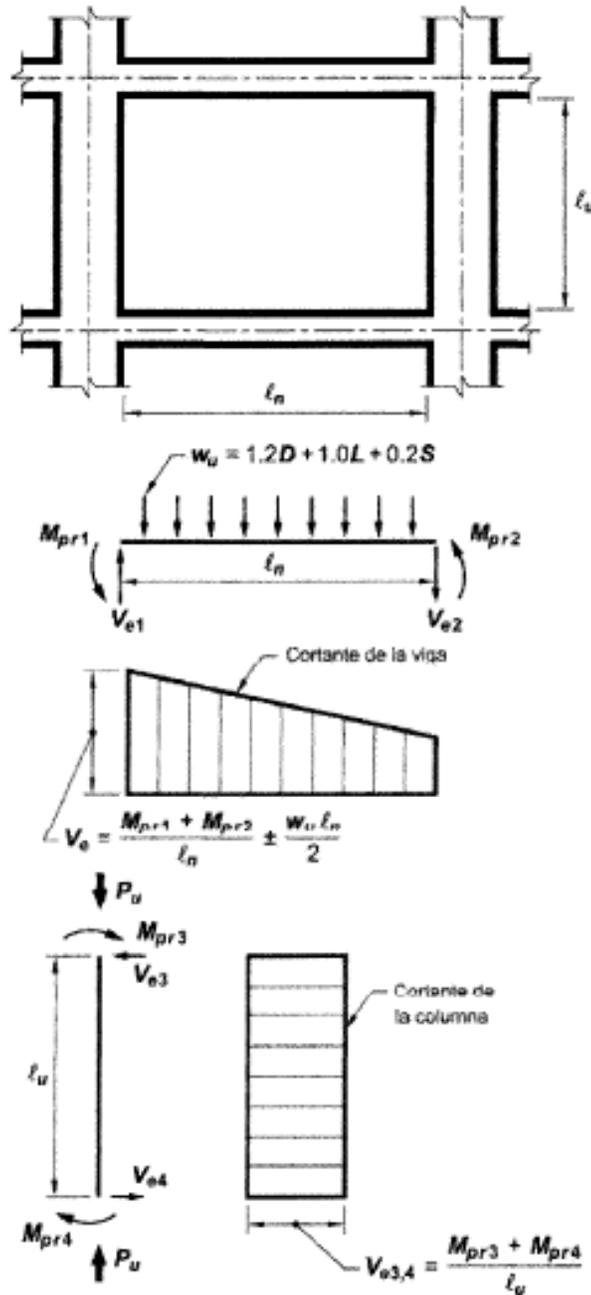


Figura B. 2 Cortantes de diseño para vigas y columnas

Fuente: ACI 318-08

Se mostrará los resultados del cálculo para la viga del primer piso, la información de los demás pisos se encuentra mostrado en este **APÉNDICE** .

$$M_{pr} = A_s(1.25f_y)(d - \frac{a}{2})$$

$$a = \frac{A_s(1.25f_y)}{0.85f'_c * bw}$$

VIGA 2

Calcular Mpr

Tomemos sismo de izquierda a derecha

Mpr -

a -

Mpr +

a +

a -	9.979	cm
Mpr -	1838.84	T-cm
	18.39	T-m

a +	5.914	cm
Mpr +	1089.69	T-cm
	10.90	T-m

Tomemos sismo de derecha a izquierda

Mpr -

a -

Mpr +

a +

a -	9.979	cm
Mpr -	1838.84	T-cm
	18.39	T-m

a +	5.9136	cm
Mpr +	1154.05877	T-cm
	11.54	T-m

Cálculo de las fuerzas cortantes de diseño:

qu 3.67 T/m

Carga gravitacional

m

Long 6

Columna 0.4

0.45

Ln **5.57**

Vg 10.22 T

Sismo de derecha a izquierda

Mpr -	1838.84	T-m
Mpr +	1154.06	T-m

VEQ 536.84 T

Carga Gravitacional más sismo de derecha a izquierda

Ve =Vu =Vg+VEQ 547.06 T

Determinación de Vs

El refuerzo transversal debe diseñarse para resistir cortante suponiendo **Vc=0**

$$Vs = Vu / \emptyset = 729.42 \quad T$$

$$\emptyset \quad 0.75$$

$$\begin{array}{rclcl} V_u / 2 & & V_g & & \\ 273.53 & > & 10.22 \text{ T} & & \text{OK} \end{array}$$

$$\begin{array}{rclcl} V_s & < & V_s \text{ max} = 2.2 \cdot (f'c)^{0.5} \cdot b_w \cdot d & & \\ 729.42 & & 1191.65 \text{ T} & & \text{OK} \end{array}$$

Según el capítulo 21 5.3.2 del ACI	
<u>d / 4</u>	
8*dbmin	<u>db = diámetro de las barras longitudinales mas pequeñas</u>
24 * Ø estribo	
300 mm	30 cm

Tabla B. 12 Determinación de estribo y separación

Asumamos	mm	cm
Ø estribo	10	1
Av	0.785	cm ²
ramas	4	
$S = (\text{ramas} * Av) * fy * d / Vs$	0.71	cm
d/4	9.85	cm
8*dbmin	12.8	cm
24 * Ø estribo	24	cm
300mm	30	cm
		Controla
		9.85 cm

Tabla B. 13 Espaciamiento de los estribos de confinamiento

Se adoptan 2E Ø10 c/100mm en zona de articulaciones plásticas 2h=900mm

APÉNDICE C

APÉNDICE D

Referencias

- Del Hierro, C. A. (2017). El turismo local en el Cantón General Villamil Playas: Una Reflexión desde la normativa gubernamental. *RICIT: Revista Turismo, Desarrollo y Buen Vivir*, 25-53.
- Estudio de Impacto Ambiental Playas. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental Playas*. Obtenido de <http://www.guayas.gob.ec/dmdocuments/medio-ambiente/eia/2013/2013-mayo/EIA%20OCEAN.pdf>
- GAD. (s.f.). *Gobierno Autonomo Descentralizado*. Obtenido de <https://www.municipioplayas.gob.ec/>
- Metcalf & Eddy. (1995). *Ingenieria de Aguas residuales*. Madrid: Impresos y revistas S.A.
- NEC. (2011). Ministerio de desarrollo urbano y vivienda. Quito, Ecuador.
- Solis Coronel, S. J. (enero de 2016). El turismo en el cantón Playas y su incidencia en el desarrollo económico de la localidad período 2010 - 2014. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Económicas.
- Suplemento Registro Oficial N465. (2015). Reglamento de Alojamiento Turístico. Quito, Ecuador. Obtenido de <http://www.hotelesecuador.com.ec/imagenes/contenidos/Reglamento%20de%20Alojamiento%20Turistico%20con%20observaciones.pdf>
- Code, L. S. (2009). NFPA 101®. National Fire Protection Association, 470.
- ACI Committee, American Concrete Institute, & International Organization for Standardization. (2008). Building code requirements for structural concrete (ACI 318-08) and commentary. American Concrete Institute.
- Charney, F. A. (2015, February). Seismic Loads: Guide to the Seismic Load Provisions of ASCE 7-10. American Society of Civil Engineers.
- MIDUVI, C. (2015). Norma ecuatoriana de la construcción: riesgo sísmico diseño sismo resistente NEC-SE-DS.