



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

TEMA

**FABRICACIÓN DE LOSAS MACIZAS UTILIZANDO
BOTELLAS PLÁSTICAS DE PET (POLIETILENO
TEREFTALATO) RECICLADAS**

TUTOR

ING. JAVIER NICOLÁS ARECHE GARCÍA, PHD

AUTOR

MARLON ESTEVEN MENDIETA AVILÉS

GUAYAQUIL

2020

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: fabricación de losas macizas utilizando Botellas plásticas de pet (polietileno Tereftalato) recicladas	
AUTOR/ES: Marlon Esteven Mendieta Avilés	REVISORES O TUTORES: Areche García Javier Nicolás
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Tercer Nivel de Grado
FACULTAD: INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2020	N. DE PAGS: 143
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Contaminación, hormigón, metodología, materiales de construcción, ecosistema.	
RESUMEN: En los últimos años el plástico en nuestro país y en el mundo ha causado daños tanto en lo marítimo como en lo ambiental, aumentando los niveles de contaminación en el ecosistema, por esta razón se optó a reutilizar las botellas plásticas para darle un tratamiento y utilizarlo como uso de losas alivianadas con concretos de diversas dosificaciones para la resistencia a la compresión, utilizando esta botellas plásticas se está evitando el daño al medio ambiente y marítimo y mejorando el ecosistema, siendo así una nueva metodología de construcción de losas macizas alivianadas Ya que las botellas plásticas tiene un tiempo de degradación de 100 años y con el aire dentro se ellas proporcionan un colchón de aire que puede bajar las temperaturas y es de bajo peso y de volumen considerable, es así una gran ayuda para realizar dichos trabajos de losas alivianadas.	

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Marlon Esteven Mendieta Avilés	Teléfono: 090988917633	E-mail: mendietamarlon@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Ing. Mg. Alex Bolívar Salvatierra Espinoza Decano facultad ingeniería, industria y construcción Teléfono: 0992175083 E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUDES

TESIS MARLON MENDIETA - TUTOR JAVIER ARECHE

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.senamed.edu.co

Fuente de Internet

<1%

2

www.inti.gob.ar

Fuente de Internet

<1%

3

repositorio.ute.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

4

www.normalizacion.gob.ec

Fuente de Internet

<1%

5

pirhua.udep.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

6

apel.ec

Fuente de Internet

<1%

7

webcache.googleusercontent.com

Fuente de Internet

<1%

8

www-wds.worldbank.org

Fuente de Internet

<1%

9

ingenieriaambientalbolivia.com

Fuente de Internet

<1%

10	www.materialesparaconstruccion.com.mx Fuente de Internet	<1%
11	ejemplosmaterialesconstruccion.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
12	ri.uaemex.mx Fuente de Internet	<1%
13	prezi.com Fuente de Internet	<1%
14	goldenlionrestaurant.nl Fuente de Internet	<1%
15	www.parro.com.ar Fuente de Internet	<1%
16	www.dpschile.cl Fuente de Internet	<1%
17	www.lookerparck.nl Fuente de Internet	<1%
18	puentescolgantesingenieriacivilunet12.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
19	Submitted to Atlantic International University Trabajo del estudiante	<1%
20	studylib.es Fuente de Internet	<1%
21	estrucplan.com.ar	

	Fuente de Internet	<1%
22	pt.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
23	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1%
24	oicolombia.com.co Fuente de Internet	<1%
25	www.iutajs.edu.ve Fuente de Internet	<1%
26	myspace-friend.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
27	www.ttg.ec Fuente de Internet	<1%
28	gestiopolis.com Fuente de Internet	<1%
29	dspace.utb.edu.ec Fuente de Internet	<1%
30	rei.iteso.mx Fuente de Internet	<1%
31	www.seminariodetlalnepantla.org.mx Fuente de Internet	<1%
32	www.ictp.csic.es Fuente de Internet	<1%

33	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
34	www.ecoem.es Fuente de Internet	<1%
35	hydrosmosquera.com.co Fuente de Internet	<1%
36	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1%
37	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1%
38	www.aicia.es Fuente de Internet	<1%
39	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1%

Excluir citas Activo Excluir coincidencias < 15 words
 Excluir bibliografía Activo

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante/egresado MARLON ESTEVEN MENDIETA AVILÉS, declara bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente al suscrito y se responsabiliza con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cede sus derechos patrimoniales y de titularidad a la **UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar fabricación de losas macizas utilizando botellas plásticas de PET (polietileno tereftalato) recicladas.

Autor

Firma: 

MARLON ESTEVEN MENDIETA AVILES

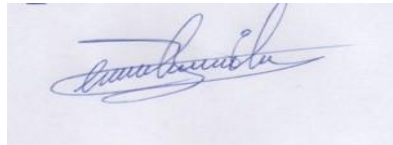
C.I. 091747079-1

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación FABRICACION DE LOSAS MACIZAS UTILIZANDO BOTELLAS PLASTICAS DE PET (POLIETILENO TERETALATO) RECICLADAS, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de ingeniería, industria y construcción de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “FABRICACION DE LOSAS MACIZAS UTILIZANDO BOTELLAS PLASTICAS DE PET (POLIETILENO TERETALATO) RECICLADAS”, presentado por el estudiante **MARLON ESTEVEN MENDIETA AVILES** como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación



Firma:

JAVIER NICOLAS ARECHE GARCÍA

C.I. 0962174165

AGRADECIMIENTO

Quiero darle gracias a Dios por brindarme la oportunidad de terminar este proyecto de titulación, también a mi madre porque a pesar de la distancia siempre me está dando consejos para seguir adelante y deposita la entera confianza en mí y para terminar agradecerle al tutor por ser ese apoyo que en cada tutoría necesitaba para continuar con el proyecto.

Agradezco en primer lugar a Dios por permitirme culminar este proyecto de tesis, a mi tutor por guiarme y enseñarme todo lo necesario para realizar un buen proyecto ya que gracias a sus enseñanzas supe tomar las mejores decisiones dándome la seguridad y confianza que todo el esfuerzo entregado es bien recompensado.

MARLON ESTEVEN MENDIETA AVILES

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a mi esposa e hijos por ser quienes me apoyaron para seguir adelante desde el primer momento que me decidí por estudiar fueron esas energías que me hicieron tomar decisiones para superarme cada día.

Este proyecto de titulación quiero dedicarlo primero a Dios y luego a mis padres y hermana por ser ese apoyo durante mis años de estudio donde día a día luchaba para ser mejor cada día gracias a esa confianza que ellos y mi enamorada me brindaban para tratar de no defraudarlos.

MARLON ESTEVEN MENDIETA AVILES

ÍNDICE GENERAL

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	ii
CERTIFICADO DE SIMILITUDES	iv
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	viii
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR	ix
AGRADECIMIENTO	x
DEDICATORIA	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
ABREVIATURAS.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Tema	2
1.2. Planteamiento del Problema	2
1.3. Formulación del Problema	4
¿Es viable desde el punto de vista estructural, la fabricación de losas macizas alivianadas utilizando botellas de PET (Polietileno Tereftalato) recicladas?	4
1.4. Objetivos de la Investigación	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
1.5. Justificación de la investigación	5
1.6. Delimitación de la investigación	7
1.7. Hipótesis.	7
1.8. Línea de investigación de la institución / facultad	8
CAPÍTULO II	9
MARCO TEORICO	9
2.1. Marco Teórico.	9
2.2. MARCO CONCEPTUAL	11
2.2.1. La Edad de los polímeros	14
2.2.2. Ciencia y tecnología de polímeros	16
2.2.3. Fuentes de obtención de los polímeros.....	19
2.2.4. Conceptos clave	20
2.2.5. Clasificación de los polímeros	22

2.2.6.	Aplicaciones de los polímeros.....	22
2.2.7.	Aplicaciones generales.....	23
2.2.8.	Aplicaciones avanzadas.....	24
2.2.9.	Polímeros como aislantes y conductores. Aplicaciones en la industria de la electricidad y la electrónica.	25
2.2.10.	Retos y perspectivas de los polímeros.....	26
2.2.11.	Polímeros y medio ambiente.....	26
2.2.12.	Perspectivas.....	28
2.2.13.	Historia del concreto armado.....	29
2.2.14.	Concreto armado.....	31
2.2.15.	El concreto y sus componentes.	32
2.2.16.	El cemento.	32
2.2.17.	Agregados.	33
2.2.18.	Agregado fino o arena.....	33
2.2.19.	Agregado grueso o piedra.....	34
2.2.20.	Propiedades que posee el concreto.....	35
	Tipo de agregado:	37
2.2.21.	Calidad del concreto.	37
2.2.22.	Deformación plástica o creep.....	38
2.2.23.	Variación de volumen por Temperatura.....	39
2.2.24.	El acero.....	39
2.2.25.	Ventajas y desventajas del concreto armado.	40
2.2.26.	Estructuras con concreto armado.....	41
2.2.27.	Cargas.....	44
2.2.28.	Mecánica y comportamiento del concreto armado.	45
2.2.29.	Comportamiento de vigas de concreto reforzado.....	45
2.2.30.	Estado elástico no agrietado.....	46
2.2.31.	Estado elástico agrietado.....	47
2.2.32.	Método elástico.	48
2.2.33.	Hipótesis de diseño.	48
2.2.34.	Método plástico, de rotura o resistencia última.	49
2.2.35.	Diagrama equivalente de esfuerzos.....	50
2.2.36.	Hipótesis básicas en el diseño.....	50
2.2.37.	Tipos de falla de los elementos sometidos a flexión.....	51
2.2.38.	Diseño por flexión.	52

2.2.39.	Requisitos de seguridad	52
2.2.40.	Factores de carga	53
2.2.41.	Factores que contribuyen a la reducción de capacidad.....	53
2.2.42.	Vigas y sistema de pisos de una sola dirección.....	54
2.2.43.	Redistribución de momentos.....	56
2.2.44.	Diseño de las vigas	57
2.2.45.	Pre dimensionamiento de vigas.....	58
2.2.46.	Modificación de las dimensiones de las vigas.....	59
2.2.47.	Colocación del refuerzo.	61
2.2.48.	Aberturas en losas.....	63
2.2.49.	Refuerzo por contracción y temperatura.	64
2.2.50.	Losas macizas o llenas.....	64
2.2.51.	Losas nervadas.	64
2.2.52.	Losas aligeradas.	65
2.2.53.	Deflexiones.....	65
2.2.54.	Tipos de deflexiones	66
2.2.55.	Cálculo de la deflexión instantánea	66
2.2.56.	Cálculo de la deflexión diferida.....	66
2.2.57.	Esfuerzo Cortante y Tracción Diagonal	67
2.2.58.	Comportamiento de vigas de concreto armado sometidos a cortante.....	68
	Cálculo de los cortantes de diseño:	69
2.2.59.	Diseño en zonas de mayor riesgo sísmico.	70
	Diseño de sistema de pisos:	70
2.2.60.	Efectos combinados a flexión y cortante.....	71
2.2.61.	Losas alivianadas mezclado con botellas de PET.	73
	Plástico Tereftalato de polietileno (PET),.....	73
	Propiedades generales del PET	74
2.2.62.	Datos técnicos del PET	74
2.3.	CONCEPTOS TÉCNICOS	76
•	Cemento.....	76
•	Compresión	76
•	Desecho.....	76
•	Dosificación	76
•	Elemento a compresión	76
•	Flexión.....	77

• Concreto.....	77
• Reciclaje	77
• Residuos	77
• Resistencia	77
• Resistencia a rotura	77
• Resistencia a la tracción.....	78
2.4. Marco Legal	78
CAPÍTULO III.....	80
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	80
3.1. Diseño de la investigación	80
3.2. Enfoque.....	80
3.3. Técnicas e instrumento de recolección de datos	81
3.4. Procedimiento de recolección de datos	82
3.5. Población	83
3.6. Muestra.....	84
3.7. Validez y confiabilidad.....	84
3.7.1. Validez.....	84
3.7.2. Confiabilidad	85
CAPÍTULO IV	86
INFORME FINAL	86
4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS	86
EXTRACTO DE NEC 15 PARA VIVENDA DE HASTA DOS PISOS.....	90
CONCLUSIONES.....	96
RECOMENDACIONES.....	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
ANEXOS	100
<i>Anexo 1 :mezcla de materiales.....</i>	100
ANEXO 6: PRUEBAS DE LABORATORIO	119
Contratista: MARLON MENDIETA	110
cm.....	110
Piedra color blanquecina , proporcionada por el contratista	110
FUENTE: Arena Color gris ,proporcionada por ei contratista	110
Contenido de Agua necesaria efectiva:.....	110
CUADRO DE RESULTADOS DE PESOS VOLUMETRICOS.....	111
Contratista: MARLON MENDIETA	111

19661 g	111
Peso muestra+recipiente 1:.....	111
Contratista: MARLON MENDIETA	112
Volumen requerido de arena:.....	112
20 dm3 Ver tabla B 742 dm3	112
16 kg	112
1 saco de cemento.....	112
Altura	112
NOMBRE:.....	113
Peso Inicial: Pesomatraz+agua+muestra Peso matraz+agua:	113
Gravedad Especificaca Aparente 3.92%.....	113
Contratista: Obra: DIRECCION:	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Requisitos granulométricos del agregado fino.....	34
Tabla 2 Propiedades mecánicas del PET	75
Tabla 3 Propiedades Térmicas del PET	75
Tabla 4 tabla de coeficiente (según norma ACI).	89
TABLA 5 DISEÑO DE HORMIGON	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Curva Esfuerzo Vs. Deformación Del Concreto, Para Diferentes Calidades	36
Figura 2: Estado elástico no agrietado	47
Figura 3: Estado elástico agrietado	48
Figura 4: Tipos de falla de los elementos sometidos a flexión	52
Figura 5: Diagrama d momentos flectores	55
Figura 6: Diagrama d momentos flectores	58
Figura 7: Diagrama d momentos flectores	70
Figura 8: calculo del chequeo estructural	87
Figura 9: Losa maciza de hormigon	88
Figura 10:Control de hormigones	88
Figura 11: diagrama de momento	90
Figura 12: Diagrama de cortante	90
Figura 13: Refuerzo para losa	91
Figura 14: Diagrama de corte	91

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 :Calculo estructural programa ETABS	97
Anexo 2 :Calculo hecho a mano	106
Anexo 3: Prueba de laboratorio.....	110
Anexo 4: Mezcla de materiales	117
Anexo 5 : Colocacion de botellas de plastico.....	118
Anexo 6 :Armada de hierro.....	119
Anexo 7: Fundicion de losa.....	120
Anexo 8: fisuras de losa	121

ABREVIATURAS

Módulo de rotura	f_r
Cal	Cao
Transformador diferencial de variación lineal	(LVDT)
Resistencia a la compresión	F'_c
Módulo de elasticidad	E_c
Peso volumétrico	W
Carga de rotura	

INTRODUCCIÓN

El uso de losas alivianadas a través de botellas plásticas de PET (Polietileno Tereftalato) es una práctica implementada en otros países alrededor del mundo, desde hace aproximadamente 10 años atrás. Entre los países en los cuales este método se ha implementado encontramos a potencias mundiales como México, China, y otros países como Argentina y Taiwán, países en los cuales se han implementado con éxito su uso en la industria de la construcción a través de la fabricación de bloques, paneles, muros de contención, losas, entre otros procesos constructivos.

Debido los resultados obtenidos en los proyectos realizados a nivel mundial, he decidido implementar este método para la construcción local, por medio de la cual espero poder alivianar el peso de las losas y como consecuencia reducir las cargas, peso y costos totales de la construcción, lo cual resultará beneficioso para la población en general del cantón de Daule, permitiendo un mayor acceso a proyectos urbanísticos de bajo costo en este sector sin reducir la resistencia y calidad del producto. Adicionalmente, este método constructivo aportará una mejor acústica a las viviendas y reducirá los niveles de temperatura dentro de ellas, sin mencionar los beneficios ecológicos para el medio ambiente.

Esta investigación está estructurada de la siguiente manera, el capítulo I se refiere al problema, donde podremos encontrar aspectos relevantes como el planteamiento del problema y la formulación del mismo, los objetivos del estudio, tanto general como específico, la justificación y la delimitación de la investigación, un capítulo II que plantea el marco teórico, donde inicia con los antecedentes, el constructo teórico referente a los autores de libros referente a las variables, las normas legales que rigen la investigación y el glosario donde se definen los conceptos generales más usados en la investigación.

En cuanto al capítulo III, se plantean todos los aspectos de contexto metodológico de la investigación, en el se plantea el tipo de investigación y el enfoque que se usa, además se define la población y la muestra a estudiar, así como, las técnicas e instrumentos con los que se recabaron los datos, todo esto de la mano de cómo se ejecutó el procedimiento.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema

Fabricación de losas macizas utilizando botellas plásticas de PET (Polietileno Tereftalato) recicladas

1.2. Planteamiento del Problema

De los 8 millones de toneladas de desechos plásticos que ingresan cada año en los océanos del mundo, las botellas plásticas donde se envasan las bebidas no es el mayor contribuyente (Diario Responsable, 2018). Sin embargo, estas botellas están en el centro de una creciente campaña ambiental para convencer a las personas de que botellas de materiales que sean reutilizables, como el vidrio y de esta manera coadyuvar a salvar los océanos.

Cada minuto en todo el mundo se compra un millón de botellas de plástico, y la cifra se disparará otro 20% para 2021, creando una crisis medioambiental que algunos activistas comparan en gravedad con el cambio climático. Por otro lado, 1.5 millones de animales marinos mueren cada año después de tomar plástico. Según los informes, en 2050 habrá más plástico que peces en el mar (El Diario.es, 2017).

Se estima que cada año se liberan en los océanos hasta 13 millones de toneladas de desechos plásticos que afectan la biodiversidad marina y la salud humana. Por esta razón, varios países del mundo, así como cientos de compañías, prohíben los plásticos desechables, incluidos las botellas PET (Diario El Comercio, 2018).

Actualmente, Antigua y Barbuda es el único país de América Latina y el Caribe donde los plásticos desechables, están prohibidos a nivel nacional. Belice aprobó una medida similar que entrará en vigencia en 2019, y Costa Rica ha propuesto ser un país no desechable para 2021 (Naciones Unidas, 2018).

La Cámara de Diputados de México aprobó una reforma legislativa para detener el uso de plásticos desechables, una medida discutida por el Senado, y el Congreso peruano está trabajando en una ley al respecto.

Al menos 22 empresas en Ecuador ya han dejado de suministrar envases de plástico a sus clientes y reemplazarlos con cajas de cartón o envases de vidrio. En Quito, donde viven 2.5 millones de personas, se recolectan más de 1,200 toneladas de basura cada día y se genera un promedio de 277 toneladas de desechos plásticos por día (Diario El Comercio, 2018).

En 2017, la Compañía Metropolitana de Inodoros Públicos de Quito recolectó 2.847 toneladas de desechos reutilizables, como cartón, plástico, papel y metal, la idea es que la gente de Quito sea "la primera en rechazar objetos plásticos", dijo el alcalde de Quito, Mauricio Rodas. Países como Chile, Colombia, Panamá, Perú y Costa Rica han tomado medidas para restringir el uso de bolsas de plástico. Estos consisten principalmente en polietileno, un polímero derivado del petróleo cuya degradación lleva al menos 500 años.

Según la Agencia Federal del Medio Ambiente de las Naciones Unidas, 13 millones de toneladas de plásticos se vierten al océano cada año. Se estima que 5 mil millones de bolsas de este material se consumen anualmente en todo el mundo (El Diario.es, 2017).

Además, hasta el 2017 se han recogido 51.770 toneladas de botellas de vidrio, 294.000 toneladas de botellas plásticas de PET y bajo el principio de responsabilidad extendida del productor se han recogido 904.989 unidades de celulares en desuso, 3'602.783 neumáticos fuera de uso y 1.151 toneladas de envases de uso agrícola (Diario El Universo, 2019).

Soluciones Ambientales Totales (Sambito) y Premios Latinoamérica Verde (PLV) están participando en la campaña para reducir el consumo de plásticos desechables y están a la vanguardia de esta campaña, que se lanzó este mes para unirse a la iniciativa Julio Nivel mundial sin plástico.

En distintas partes de las provincias, ciudades, y cantones el sector de la construcción ha tenido un crecimiento considerable en el desarrollo constructivo utilizando recursos que pueden ser reutilizados y acomodables con diferentes tipos de agregados. Evitando así un despilfarro de recursos económicos y ecológicos.

Utilizando el sistema de reciclaje para alivianar las losas al realizar estos cambios se quiere que los precios de las viviendas resulten más económicas y accesibles para los sectores de escasos recursos, así como también reduce la contaminación del medio ambiente.

Por ello surge la necesidad de implementar recursos naturales y artificiales derivados del PET (Polietileno Tereftalato), para tener un hormigón alivianado es necesario el remplazo de materiales por no convencionales o ligeros, en este caso se utiliza un material reciclable y ligero como lo son las botellas plásticas de PET (Polietileno Tereftalato), un material que al estar rellenas de “burbujas” de aire tendría además un buen coeficiente de aislación térmica y acústica lo que ayuda a ser utilizado en edificaciones.

1.3. Formulación del Problema

¿Es viable desde el punto de vista estructural, la fabricación de losas macizas alivianadas utilizando botellas de PET (Polietileno Tereftalato) recicladas?

Sistematización del Problema

- ¿Cuáles son los valores óptimos de peso y volumen del concreto, y el porcentaje corresponde al PET (Polietileno Tereftalato), para su utilización en la construcción de losas macizas?
- ¿Cómo es el comportamiento estructural de la losa maciza utilizando botellas plásticas de PET (Polietileno Tereftalato) recicladas?
- ¿Como es el peso de la losa maciza usando botellas plásticas de PET (Polietileno Tereftalato) con respecto al peso de la losa maciza construida con el sistema constructivo tradicional?

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Analizar la fabricación de losas macizas utilizando botellas plásticas de PET (Polietileno Tereftalato) recicladas.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar los valores del peso que se sustituye por el porcentaje corresponde al uso de botellas plásticas de PET (Polietileno Tereftalato), para su utilización en la construcción de losas macizas.
- Analizar el comportamiento estructural de la losa maciza utilizando botellas plásticas de PET (Polietileno Tereftalato) recicladas.
- Contrastar el peso de la losa maciza usando botellas plásticas de PET (Polietileno Tereftalato) con el peso de la losa maciza construida con el sistema tradicional.

1.5. Justificación de la investigación

Desde el punto de vista teórico esta investigación se hace necesaria para fortalecer la construcción de la teoría de la variable de fabricación de losas macizas y la utilización de botellas PET (Polietileno Tereftalato) recicladas de tal manera que se le de soporte a esta tendencia del uso de nuevos materiales en la construcción. En cuanto al aspecto metodológico esta investigación plantea importantes aportes. En cuanto al tratamiento experimental que se le debe dar a la investigación que plantea usos de materiales innovadores en la construcción, así como el manejo de los resultados obtenidos.

Desde el punto de vista práctico este trabajo de investigación representa una importante herramienta que permitirá a los ingenieros e incluso a los maestros de obra tener los valores óptimos del peso y volumen del concreto y el porcentaje correspondiente al uso de botellas plásticas PET para lograr construir losas macizas con hormigón usando botellas PET abaratando costos de construcción y manteniendo un buen comportamiento estructural del mismo, lo que podrá ayudar a una dosificación

de estos elementos que se puede usar en el día a día de la construcción de losas macizas.

Esta investigación aportará importantes ensayos experimentales para la recolección de datos necesarios que permitan metodológicamente y consiga científicamente establecer los resultados de acuerdo a los objetivos planteados.

Desde el punto de vista ambiental esta investigación propone una opción que bajará significativamente los índices de contaminación, aunque este no es el objetivo de la investigación.

Utilizar las botellas de plástico PET es una alternativa con la cual podemos aportar para la disminución de la contaminación del ecosistema marino e impacto ambiental que provocan los mismos, incluyendo en este proceso una sección de botellas PET, llenas de aire que crearan un espacio que servirá como soporte o encofrado perdido, pero a la vez trabajaran como aislamiento térmico.

Desde el punto de vista metodológico este trabajo de investigación se justifica debido a que se aplicarán importantes técnicas experimentales que permitirán obtener los datos deseados, dentro de la rigurosidad científica.

La justificación practica de esta investigación se fundamenta en el uso de botellas PET como material que puede abaratar los costos de losas para viviendas, dado que puede mantener unas características estructurales que están dentro de la norma y además bajar los pesos en un porcentaje importante lo cual lleva a reducir las dimensiones de los demás elementos estructurales y de esta manera los costos de construcción. La justificación ambiental de esta investigación, está basada en la búsqueda de un sitio de deposición final de las botellas de plástico PET, es decir, se plantea reciclar las botellas, de todos los locales o de los centros de recolección de desechos y llevarlos a un centro de acopio, donde serán limpiadas y cerradas con sus tapas, de tal manera que desde ahí se puedan usar como material de construcción y así ya no contaminar el ambiente, especialmente los mares que en los últimos años se han

visto particularmente afectados por el plástico y para ello se dictó la siguiente ordenanza municipal:

Miércoles 19 de septiembre de 2018 Suplemento - Registro Oficial N° 330 Que, la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil es Autoridad Ambiental de aplicación responsable, según resolución de renovación de acreditación del Ministerio de Ambiente No. 035 del 12 de abril de 2018. (APEL, 2018).

En ejercicio de la facultad legislativa que confieren los artículos 240 y 264 de la Constitución de la República en armonía con lo establecido en los artículos 7 y 57 letra a) del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización,

Expide:

La "ordenanza para regular la fabricación, el comercio de cualquier tipo, distribución y entrega de productos plásticos de un solo uso y específicamente de botellas, sorbetes plásticos, envases, tarrinas, cubiertos, vasos, tazas de plástico y de foam y fundas plásticas tipo camiseta, inclusive oxobiodegradables, en el cantón Guayaquil".

1.6. Delimitación de la investigación

Campo:	Educación Superior. Tercer nivel
Área:	Ingeniería Civil.
Aspecto:	Investigación Descriptiva.
Tema:	Fabricación de Losas Macizas Utilizando Botellas Plásticas de PET (Polietileno Tereftalato) Recicladas
Delimitación espacial:	Guayaquil- Ecuador
Delimitación temporal:	6 meses

1.7. Hipótesis.

El uso de botellas PET reducirá el peso de las losas macizas por lo que disminuirá los costos de construcción manteniendo buenas propiedades constructivas.

1.8. Línea de investigación de la institución / facultad

Línea de Investigación			
ULVR		FIC	Sub línea
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	1.	Materiales de Construcción	A. Materiales innovadores en la construcción.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Marco Teórico.

Antecedentes

Para la variable de las losas macizas utilizando la siguiente investigación titulada “Estudio comparativo del proceso constructivo de losas Macizas, reticulares y nervadas, para viviendas económicas del cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas” realizado por Rómulo Johan Moreira Olmedo, como requisito para optar al título de ingeniero civil en la universidad de Guayaquil en la facultad de ciencias matemáticas y físicas escuela de ingeniería civil presentada en la fecha 2016.

Tiene como propósito principal elaborar un manual del proceso constructivo del análisis de precios unitarios y el cronograma del metro cuadrado de losa macizas, reticulares y nervadas de manera que el constructor pueda evaluar y analizar, comparar cuál de estos es el más conveniente para su interés.

Continuando con la variable en los párrafos anteriores utilizamos como segundo antecedente la investigación titulada “Análisis y diseños de estructuras de acero y de hormigón armado” realizado por Claudio German Coronel Urgiles, como requisito para optar al título de ingeniero civil en la universidad de Cuenca en la facultad de ingeniería, presentada en la fecha Mayo del 2016, que tiene como propósito principal analizar y diseñar de una edificación usando secciones mixtas.

Continuando con la variable en los párrafos anteriores utilizamos como tercer antecedente la investigación titulada “Estudios técnicos económicos comparativos entre proyectos estructurales de hormigón armado, acero y maderas para viviendas y edificios” realizado por Atapuma Naranjo Miguel Fernando, Jarrin Vivar Cristian Hernán, Moran Martínez Camilo Javier, como requisito para optar el título de ingeniero civil en la universidad central del Ecuador facultad de ingeniería, ciencias físicas y matemáticas, presentada en la fecha en Quito el 2013.

Tiene como propósito desarrollar un análisis comparativo social, técnico y económico de estructuras elaboradas con diferentes materiales de construcción tales como el hormigón armado, acero estructural y madera, de tal forma de establecer cuál de estos presentan las mayores ventajas en cuanto a tiempo, costo y calidad.

Para la variable de botellas plásticas de PET (Polietileno Tereftalato) recicladas utilizamos la siguiente investigación titulada “Implementación de un sistema de aligeramiento de losas de entepiso de concreto con Botellas PET y Cartón” realizada por Modesto Barrios Fontalvo, como requisito para optar al título de ingeniero civil en la universidad de Cartagena en Colombia, presentada en el año 2017.

Tiene como propósito principal evaluar la factibilidad técnica y económica de un sistema alternativo de aligeramiento de losas de entepisos a través de botellas PET y cartón, concluyendo que este sistema refleja un ahorro económico y una mejora en la gestión ambiental. Concluye además que este tipo de losas son variables desde el punto de vista técnico y económico.

Continuando con la variable nombrada en el párrafo anterior, utilizamos como segundo antecedente la investigación titulada “Comportamiento mecánico del polietileno tereftalato (PET) y sus aplicaciones geotécnicas” realizadas por Eduardo Botero Jaramillo, como requisito para optar al título de ingeniero civil en la universidad FAC. ING.UNIV. ANTIOQUIA en el presente mes de marzo del año 2014, que tiene como propósito principal el estudio la deformación y resistencia de las botellas de PET de la losa, así como su duración e impacto en el diseño estructural de una losa para vivienda.

Continuando con las variables nombradas en el párrafo anterior, utilizamos como tercer antecedente la investigación titulada “análisis de eficiencia estructural entre una losa nervada y una losa alivianada con pelotas de plástico reciclados” realizada por Jessica paulina Basantes Ruiz, como requisito para optar al título de ingeniero civil en la universidad de Cartagena Colombia en el año 2017.

Tiene como propósito principal de analizar y definir la eficiencia de una losa con PET reciclado en comparación con una losa nervada, con la finalidad de comprobar el uso de este material alternativo como forma de alivianar las cargas en la losa. Esto nos ayudará a comprobar el uso de distintas alternativas en la construcción con materiales alivianados para las losas.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

El despertar de una ciencia

Desde el inicio de la creación, el hombre ha manipulado para su propio interés las sustancias poliméricas naturales. Pues, ha trabajado la madera, el algodón, la lana, entre otras fibras vegetales, ha curtido el cuero, y elaborado con materiales compuestos para la construcción, como el adobe. Estos avances han sido significativos para la evolución de la civilización moderna, sin embargo, no afectaron efectivamente a la estructura original, ni la composición, de estos polímeros.

Es importante destacar que la vida como la conocemos hoy en día, tiene sus cimientos en una base polimérica. Tanto el ADN, el ARN, como las proteínas, son macromoléculas naturales. El término polímero o más concretamente polimérico, se le atribuyó en 1832 a Berzelius, después de cuatro años del experimento de Wöhler que marcó el inicio del fin de la teoría de la fuerza vital, la cual asumía que las sustancias orgánicas, que tenían los seres vivos, poseían esa fuerza y no se podían procesar.

Es llamativo cómo Berzelius desarrolló un nombre tan acertado para nuestro actual concepto de macromolécula sintética en un tiempo en el que no se había originado la teoría estructural de la química, y aún se desconocían los conceptos acerca de valencia y de enlace.

En esa época, Dalton asumía que la fórmula del agua era HO omitiendo la demostración de Gay-Lussac en la que planteaba que los gases se mezclan en combinaciones simples de volumen, así como también su implicación en la que volúmenes de gases iguales tenían idéntico número de moléculas. Sin embargo, este concepto de polímero planteado por Berzelius era erróneo, pues, estaba vinculado con

la masa molecular más elevada de moléculas agrupadas de manera discreta con igual fórmula empírica.

A principios del XIX la química carecía de un marco teórico, el cual comenzó a forjarse en 1858 con el desarrollo de la teoría estructural planteada por Kekulé y Couper, que establecía la definición de valencia. A fines de ese siglo y comienzos del XX se logró un gran avance en la síntesis orgánica.

La mayoría de los avances en este aspecto son de esa época, los cuales dieron las bases para el progreso industrial de la química y fue de gran influencia en el desarrollo social y cultural de la humanidad. Los principales métodos preparativos se descubrieron, por ejemplo, la síntesis de Friedel-Crafts (1877), las reacciones de Grignard (1901), la hidrogenación catalítica con níquel y otros metales (Sabatier, 1897), de Sandmeyer (1884) las reacciones de Grignard (1901), las condensaciones de Claisen (1860), Perkin (1869) y aldólicas (1872), entre otros que hicieron de la química orgánica un mundo lleno de posibilidades y de futuro.

La teoría estructural produjo el grandioso avance de la química, pero aun así necesitaba primordialmente del apoyo matemático para la estructuración de esa disciplina como una ciencia, la cual se originó en la estructura electrónica de los átomos propuesta de Bohr en el año 1910, además de los fundamentos de enlace del año 1916 desarrollada por Kossel y Lewis, basándose en el modelo atómico impulsada por Rutherford en 1911.

A pesar de que se conocían por un gran número de reacciones y, por consiguiente, se poseía una indudable recopilación de nuevas moléculas, solamente con la interpretación de la naturaleza del enlace químico se comprendió por qué producían determinadas reacciones, y los mecanismos de éstas.

Simultáneamente al desarrollo de la química como ciencia, y en total relación respecto a su evolución, el mayor auge industrial de la ciencia y la tecnología de polímeros inició mucho antes de la instauración de las bases científicas de la misma ciencia.

A lo largo del siglo XIX se excluyó la celulosa y se transformó químicamente para reemplazar la seda y el marfil, la evolución real en correspondencia con la creación industrial de polímeros naturales modificados se realizó en 1839 con el auge de la vulcanización del caucho natural por Goodyear, y en concordancia con los polímeros totalmente sintéticos en 1908, con el desarrollo de las resinas fenólicas de Baekeland, conocidas como Baquelitas.

A pesar del éxito comercial, a inicios de los años 1920 se desconocía toda la estructura de los polímeros o macromoléculas, porque estaba con mayor fuerza la teoría coloidal, la cual sostenía que los polímeros eran conformados por uniones simples de moléculas relativamente pequeñas de masa molecular.

En 1920, el profesor de química orgánica, Staudinger, del ETH de Zurich, publica el artículo titulado “Über Polymerisation”, el cual explica varias reacciones de creación de polímeros denominados polimerización, en las cuales las moléculas discretas se reactivan entre sí y generan unidades estructurales que se repiten por la creación de enlaces covalentes convencionales.

Ese concepto de polímeros, totalmente nuevo, al que se refiere Staudinger como “macromoléculas” en 1922, hace referencia tanto a polímeros sintéticos como a los naturales o modificados. La comunidad científica criticó implacablemente a Staudinger por su propuesta, creándose una gran controversia, a pesar del incremento de técnicas experimentales sustentadas en propiedades coligativas, como el declive crioscópico, estos dieron como consecuencia que las masas moleculares del almidón fueran de 32.000 y 38.000 en 1889 y 1900, respectivamente, incluso después de que Caspari definiera la masa molecular del caucho en 100.000, número que estaba muy alejado de la realidad.

Tanto para el pensamiento actual, el cual considera a la química como una ciencia experimental, por el desarrollo sustentado en el empirismo de la química hasta ese entonces, es de resaltar que los científicos que estaban a favor de la teoría coloidal criticaron la imparcialidad de los resultados experimentales.

Para muchos fue difícil entender cómo un químico de gran prestigio, que había descubierto las setenas y la simplificación de aminas partiendo de azidas, la cual lleva su nombre, Reacción de Staudinger, se arriesgara en la cúspide de su carrera. Fue considerado un acto de auténtico coraje, principalmente porque algunas evidencias experimentales en los cuatro años siguientes a esa propuesta se sustentaban en la teoría micelar, especialmente los datos mal interpretados sobre cristalografía de rayos X.

Aproximadamente treinta años después le otorgarían el reconocimiento de Premio Nobel, siendo éste el primero relacionado con la ciencia y la tecnología de polímeros.

Los años que transcurrieron entre el avance de la teoría y la concesión del premio revelan la controversia respecto al concepto de macromolécula, que fue aceptado definitivamente a finales de 1920, cuando Meyer y Mark pudieron observar la estructura cristalina de la celulosa a través de la técnica de difracción de rayos X.

2.2.1. La Edad de los polímeros

La historia resulta siempre compleja y controvertida cuando se refiere a límites, definición y contenidos. Así pues, aunque el progreso en las disciplinas científicas clásicas y la ingeniería ha impulsado nuevos campos en el uso de materiales como la cerámica y los metales, y la aplicación de polímeros en todos los ámbitos, así como también el desarrollo de los mismos siendo protagonistas o acompañando la expansión tecnológica, esto lleva a la conclusión de que hoy en día vivimos en la Edad de los Polímeros.

A partir de la Segunda Guerra Mundial, plásticos y fibras, ha llenado nuestro mundo en el sentido amplio para lograr satisfacer nuestras necesidades (envases, calzado, embalajes, prendas de vestir, pinturas, juguetes, adhesivos, pañales, utensilios de cocina antiadherentes, entre otros); en el ámbito ingenieril (piezas para el sector del transporte terrestre y naval, espumas avanzadas, etc.); de alta tecnología o extraordinarias (fibras de poliamidas aromáticas para chalecos antibalas ligeros, materiales compuestos de fibra de carbono reforzado con resinas epoxi para el fuselaje de aeronaves trajes ignífugos y anticorte, prótesis artificiales, suturas reabsorbibles,

etc.). Y su aplicación en las que los polímeros son el compuesto principal de los materiales elaborados.

También existen cuantiosos usos en los que tienen un papel secundario, pero importante, como en la elaboración de cosméticos, jabones, champús y (agentes condicionantes, humectantes, modificadores de viscosidad, surfactantes, formadores de película), en el asfalto (incrementando la resiliencia y la resistencia a la intemperie), cristales (vidrio laminado de seguridad), lubricantes para motores (aumento de la viscosidad a alta temperatura).

La edad de los polímeros, o de los plásticos, se establecería en función de numerosas efemérides relacionadas con la industria, la ciencia, o la tecnología de polímeros, o una mezcla de todas ellas. Es por ello, que desde el punto de vista científico se podría pensar en 1922, fecha en la que Staudinger plantea la estructura básica de las macromoléculas. Igualmente se podría tener en cuenta que, en el ámbito industrial, para el año 1950 se excedió la producción mundial de un millón de toneladas, y para el año 1976 los plásticos eran los materiales más utilizados.

Se propone la fecha de 1910, como el inicio de la década en la que se inició la producción industrial y a comercializar la Baquelita, que Baekeland ideó dos años antes.

La producción diaria en ese año alcanzó los 180 litros, que estaban destinados en su mayoría a la elaboración de material aislante, Baekeland formó la compañía Bakelite Corporation, que 20 años después abarcó una superficie cercana a los 52 ha en Bound Brooks, Nueva Jersey, EEUU.

Este material fácilmente se moldeaba formando un polímero termoestable, que no ablandaba con la temperatura y que era resistente a productos químicos, también era un extraordinario aislante eléctrico, por lo cual se comenzó a usar en todos los ámbitos de la vida diaria, desde teléfonos, planchas y lavadoras hasta diversas líneas de joyería, fomentando su utilización en la naciente industria eléctrica y automovilística. Aunque

hoy en día su uso es escaso, pocas empresas se ocupan de la producción de bienes fabricados totalmente o con piezas que tengan esta resina.

2.2.2. Ciencia y tecnología de polímeros

El desarrollo de la ciencia y tecnología de polímeros

El origen de la ciencia y tecnología de polímeros se debe desvincular del desarrollo industrial y relacionar con el hecho científico del origen macromolecular o polimérica, que se atribuyó en 1922 a Staudinger. La cual fue apoyada en esa década y la siguiente por Mark en relación con el volumen de las macromoléculas, pero discrepaba con éste en relación a la rigidez de las cadenas y pensaba acertadamente que rotaban alrededor de los enlaces covalentes.

A pesar, de que existía una disputa en este sentido, ambos estaban de acuerdo en la existencia de cadenas de alta masa molecular, de igual forma estaban en contra del concepto de coloides o de incorporación de estructuras dominante en la época. Por esta razón fue determinante para Mark que sus resultados de difracción de rayos X en relación a muestras de celulosa estuvieran en favor de la propuesta de Staudinger. En ese período, Carothers argumentó que se podían elaborar en el laboratorio polímeros a través del cambio producido por monómeros disfuncionales causado por reacciones de condensación convencionales, que producían enlaces covalentes.

Además de Mark, Kuhn y Guth realizaron estudios sobre macromoléculas usando la cristalografía la estadística. Dichos avances se sumaron a los trabajos pioneros de Gennes, suponiendo en 1971 la reptación de polímeros, por lo cual obtuvo el Premio Nobel en 1991, y con las contribuciones de Edwards usando este modelo para el avance de la dinámica macromolecular en reología de polímeros.

En esos estudios teórico-prácticos, Ziegler encontraba compuestos nuevos de coordinación como catalizadores para la polimerización de olefinas y Natta empleaba éstos a la polimerización estereoregular, innovando la industria de los polímeros, por lo que les fue otorgado el Premio Nobel en 1963.

El gran impacto al desarrollo científico en relación a los polímeros entre 1930 y 1950 se debió principalmente, al aporte económico que se les dio a proyectos vinculados con cauchos sintéticos, debido a su inclinación estratégica en la Segunda Guerra Mundial.

“En general, la rápida evolución de la ciencia en el siglo pasado, en términos cualitativos, se puede resumir en una serie de hitos. Durante los años 40 y 50 se desarrollaron las familias de plásticos comerciales de gran consumo, alcanzando volúmenes de producción muy importantes e intensificándose la investigación en nuevos polímeros y copolímeros, en mecanismos de polimerización y en caracterización” (BURGOS, 2014).

En la década de los 60, la investigación se inclinó hacia la física de polímeros, lo que implicó un avance significativo en la relación de la estructura, la morfología y propiedades de las macromoléculas, lo que influyó en la evolución de las propiedades de los polímeros que se conocían hasta el momento, que marcó el inicio de la ampliación del campo de aplicación de este tipo de materiales, que ha tenido un crecimiento extraordinario hasta nuestros días.

La década de los 70 supuso el crecimiento y fortalecimiento de los conocimientos adquiridos, así como también un importante avance de los procedimientos de transformación y elaboración de los polímeros en sus aplicaciones finales.

En las últimas décadas del siglo la investigación se inclinó hacia la creación de polímeros con propiedades extraordinarias, basada en los conocimientos obtenidos en síntesis de monómeros, desarrollo de polimerización, caracterización, procesado relación estructura-propiedades, etc. La ciencia y la tecnología de polímeros hoy en día se dirige hacia la adquisición y estudio de polímeros especiales, usando la síntesis de nuevos monómeros, o mediante modificaciones físicas y químicas de polímeros preexistentes, lo cual se ha transformado en una ciencia eminentemente interdisciplinar, y que se encuentra en los límites de la física, química, la ingeniería y la biología, que además requiere conocimientos sobre síntesis, caracterización, procesado, estructura, propiedades y comportamiento de los materiales.

“Los principales objetivos de esta rama de la investigación científica se centran en la preparación de materiales con alto módulo, de alta resistencia térmica y oxidativa, no inflamables, electro activos, fotosensibles, biopolímeros, polímeros con propiedades ópticas no lineales, nano materiales, sistemas multicomponente con propiedades especiales, materiales selectivos para técnicas de separación o análisis, para aplicaciones médicas, con estructuras biodegradables, soporte para catálisis heterogénea o para síntesis automática de proteínas o ácidos nucleicos, etc.” (BURGOS, 2014).

De esta forma, actualmente los polímeros forman parte de una enorme gama de materiales funcionales, estructurales, y de aplicaciones especiales, que se usan en la industria de la aeronáutica, construcción, automovilística, envase y embalaje, electrónica, tiene aplicaciones médicas entre otras, obteniendo gran importancia en la economía y el bienestar social.

La variedad de usos que se encuentran en los materiales poliméricos se debe a las diferentes propiedades físicas y químicas que pueden presentar, y que están relacionadas básicamente con su estructura, la cual se origina de la naturaleza del monómero y los enlaces que se crean a lo largo de la cadena polimérica. Estos factores otorgan distintos grados de rigidez a las cadenas y a las fuerzas que interactúan entre sí, y determinarán las propiedades que presente el material. Este desarrollo ha impulsado enormemente la investigación en este campo, siendo uno de los más activos desde el punto de vista no solo científico sino tecnológico en la actualidad.

Los grandes avances en la ciencia y la tecnología realizados en las últimas décadas se deben en gran parte, a la rápida evolución de la ciencia y tecnología en el campo de los polímeros, el cual ha sido un instrumento clave en el desarrollo y en la calidad de vida de los seres humanos.

Desde el punto de vista industrial, ha tenido una relación de alto impacto en el medio ambiente. De manera tal, que, si el crecimiento científico ha sido rápido, lo es aún más la expansión del uso de los plásticos, lo cual ha generado desfase entre crecimiento y uso, vinculado con la cultura científica y con la educación general de la

población. Ese desfase implica un desafío científico y una oportunidad en el entorno tecnológico e industrial en base a la reutilización y reciclado.

2.2.3. Fuentes de obtención de los polímeros

Los polímeros pueden clasificarse de múltiples formas en cuanto a la propiedad o característica de clasificación. En relación a su origen, pueden ser naturales o sintéticos, tomando en cuenta entre estos últimos los elaborados totalmente por el hombre, incluidos los realizados por alteración química de polímeros naturales.

Obviamente, los naturales son producidos por los seres vivos y tienen función específica. Dicha función en muchos casos es estructural, por ejemplo, los polisacáridos celulosa o quitina que se pueden usar como tales o pueden ser modificados químicamente para dar lugar, al poli (acetato de celulosa) o al celofán, o al quitosano. En otros la función es más difícil desde el punto de vista biológico, tales como en proteínas o en ácidos nucleicos.

Por otra parte, los polímeros totalmente sintéticos, orgánicos en su mayoría, están conformado por la estructura de la cadena principal de los monómeros que provienen generalmente del petróleo, es una mezcla compleja de aproximadamente unas 17.000 sustancias. Partiendo de él, por diferentes pasos de craqueo, se obtienen aproximadamente 40 compuestos fundamentales de los que se producen los 40.000 productos químicos que usamos, desde los que se aplica en la síntesis de polímeros hasta los que se utilizan en la fabricación de las medicinas, pasando desde los que acondicionan nuestros alimentos, hasta los que usan productos de limpieza para el hogar y cuidado corporal.

De toda la producción mundial de petróleo, cerca del 9 % se usa en beneficio de 40 principales compuestos, y la mitad de ese porcentaje se destina a la producción de polímeros. El resto del petróleo se usa como fuente de energía.

También existen algunos polímeros sintéticos inorgánicos de interés industrial. Entre los que se destacan los polisiloxanos por su relevancia económica y por su gran

intervalo de temperatura (-100 a 250 °C), conocidos como siliconas, cuya cadena está formada por uniones silicio-oxígeno. Se elaboran partiendo de la condensación de compuestos de silicio que se producen a través del dióxido de silicio, de la arena.

2.2.4. Conceptos clave

“Si he conseguido ver más allá, es sólo porque me he aupado en hombros de gigantes”
Isaac Newton, en una carta a Robert Hooke.

El planteamiento de Staudinger sobre el concepto de macromolécula topó frontalmente con el dogma vigente en los años 20 del siglo pasado. La disputa se justifica tomando en cuenta algunas características de las moléculas discretas, o no poliméricas. Éstas tienen una masa molecular única bien definida, se solidifica en redes que se estudiarían por técnicas tales como la difracción de rayos X, y poseen puntos precisos de fusión, los cuales sirven como caracterización física y método de evaluación del grado de pureza.

Aunque “las macromoléculas no tienen una masa molecular única y se caracterizan por:

- a) diferentes promedios de masa;
- b) no cristalizan en redes uniformes, pudiendo ser los materiales amorfos o semi cristalinos, con grado de cristalinidad variable caracterizado por el índice de cristalinidad;
- c) la temperatura de fusión (T_m) y la anchura de esta transición dependen del grado de cristalinidad y de la calidad de las regiones cristalinas, y no de la pureza de la muestra) presentan otra transición térmica, denominada temperatura de transición vítrea (T_g), que se asocia a los polímeros amorfos ya las regiones amorfas de los polímeros semi cristalinos” (BURGOS, 2014).

Como se ha venido mencionando, tanto el peso molecular como la polidispersidad contribuyen totalmente en las propiedades y en las características de los polímeros, desde propiedades mecánicas en estado sólido, hasta la su influencia en fluido viscosos, transitando por la degradación frente a los cambios de temperatura, y la tendencia a la cristalización. Recordemos que, uno de los aspectos que tuvieron

conflicto durante el desarrollo científico de esta rama fue la estructura cristalina de los polímeros, específicamente la microestructura semi cristalina de los polímeros.

Es de resaltar que cuando una molécula pequeña cristaliza, lo hace a partir de un núcleo y los cristales se encuentran generalmente libres de defectos y con una estructura claramente definida. Su forma está relacionada con la estructura geométrica de la celdilla unidad de la red cristalina.

Los polímeros cristalizan dando lugar a materia policristalina, y su sistema es un conjunto de materia desordenada de cristales que se desarrollan paralelamente con orientaciones al azar partiendo de múltiples núcleos, en los que entra y sale en una misma el mismo cristal, así como en otros, siendo parte también de diversas regiones amorfas.

Por consiguiente, el grado de orden, es por debajo de los cristales de moléculas de menor peso molecular, mientras que los de mayor peso se obtienen por difracción de rayos X, estos son más anchos debido al minúsculo tamaño de algunos cristales, además de los defectos de los más grandes. Los polímeros cristalizan creando agregados de lamelas, los cuales se adquieren del plegamiento y reentrada de las cadenas sobre superficies planas laminares luego de la nucleación.

Otra de las características de los polímeros tiene relación con su reología, que presenta una conducta viscoelástica, la cual es tomada en cuenta en su transformación y en sus aplicaciones finales. Tanto en estado sólido como fundido tienen un comportamiento intermedio al de los sólidos elásticos, purificado, en los que la alteración es directamente proporcional al esfuerzo que se le aplica e independiente de la velocidad de alteración, y de los fluidos Newtonianos, en los que el esfuerzo que se aplica es acorde a la velocidad de deformación.

En términos generales, el procedimiento de caracterización más sencillo de propiedades mecánicas se basa en los diagramas de esfuerzo-deformación que poseen información sobre el módulo elástico (módulo de Young), el límite elástico, el punto de fluencia, y la resistencia a tracción del material.

Esos diagramas son los que caracterizaran a los materiales, de manera simplificada y a una determinada temperatura, como blandos y débiles, blandos y tenaces duros y frágiles, duros y tenaces, duros y resistentes. Al momento de diseñar un material se debe tener en cuenta al menos esas características para que tenga los requisitos técnicos que se asocian al comportamiento mecánico apropiado en el intervalo de temperatura, así como las condiciones requeridas de esfuerzo y de ambiente de servicio.

2.2.5. Clasificación de los polímeros

Existen varias formas de clasificar a los polímeros. Entre las se pueden citar las que se refieren a su origen, a su composición química, al mecanismo de polimerización, al número de unidades estructurales diferentes que tienen las cadenas, a sus aplicaciones, al comportamiento al elevar su temperatura, etc.

Por consiguiente, se usan todas de forma rutinaria, generalmente combinada, en función de su uso científico o técnico en un determinado momento. Respecto a su origen, es conocido que éstos pueden ser naturales, naturales modificados o semisintéticos, y sintéticos totalmente ocupándose de las reacciones generales de las que se producían.

2.2.6. Aplicaciones de los polímeros

“Las ciencias aplicadas no existen, sólo las aplicaciones de la ciencia” Louis Pasteur, en una conferencia en 1872.

¿Por qué son útiles los polímeros?

La transformación de polímeros da origen a plásticos resistentes, fibras, recubrimientos y adhesivos para infinidad de aplicaciones, mientras otras especies químicas no inciden directamente en el ámbito de los materiales. No obstante, los enlaces primarios covalentes, incluso los iónicos, así como los secundarios (fuerzas intermoleculares) son teóricamente los mismos, indistintamente del tipo de sustancia y tamaño de la molécula.

Aunque la cantidad de enlaces secundarios entre cada pareja molecular obedece genéricamente al número de grupos que producen estas interacciones, y particularmente del número de unidades que se repiten, o también del grado de polimerización en macromoléculas.

Es así como el polietileno con un peso molecular superior a 20.000 puede transformarse, por ejemplo, en películas que pueden ser tanto resistentes como retráctiles en tuberías, recubrimientos de cables, botellas, etc., mientras que, si disminuye la masa molecular hasta 437, en lo que denominaríamos un oligoetileno de grado de polimerización 18, de los cuales únicamente se pueden obtener cristales débiles, friables, aunque son químicamente idénticos al polietileno.

Las interrelaciones que se refieren a las propiedades de materiales como tales son las débiles, y en el caso específico del polietileno las fuerzas de van der Waals, que van, inequívocamente en relación con un tamaño de cadena mínimo para que sean significativas.

Finalmente, la asociación del tamaño con las fuerzas inter cadena hacen que el polietileno actúe como un material con propiedades convencionales, denominado polímero de uso general. En el caso que, la energía de estas fuerzas sea de magnitud superior, tal como ocurren en los enlaces de hidrógeno presentes en las poliamidas alifáticas.

Entonces el material tiene unas propiedades mecánicas especiales que conllevan a clasificarlo como polímero de ingeniería. Por el contrario, si hay un incremento de la energía de enlace en los enlaces primarios se obtienen polímeros catalogados como especiales.

2.2.7. Aplicaciones generales

Los polímeros son usados como materias primas en la elaboración de plásticos y fibras, que no solo clasifica de forma general las macromoléculas, sino que abarcan la mayoría de las aplicaciones, incluyendo otras como recubrimientos y adhesivos en menor cantidad, además de resinas reactivas y resinas de intercambio iónico.

En cuestión de términos hay que recordar que es común denominar industrialmente resinas a los polímeros que se utilizan como materia prima para la elaboración de plásticos, pero no a los que se usan para la preparación de fibras. En términos generales, el uso de los plásticos abarca todo el entorno de desarrollo de la vida del hombre, como la salud, higiene, alimentación, transporte, vestido y vivienda. En esta pequeña introducción sobre el uso de los polímeros se hace referencia a las que se perciben como más comunes, teniendo en cuenta algunas de las más importantes desde el punto de vista tecnológico, tanto por su innovación como por sus implicaciones en el progreso y desarrollo humano, a mediano y largo plazo, que se caracterizan por una minúscula difusión pública. El ámbito donde se usan los polímeros comúnmente es:

“• En la construcción y la obra pública en tuberías, pinturas e impermeabilizantes, revestimientos para el suelo, espumas aislantes, etc.

• En el sector industrial en todo tipo de piezas para bienes de consumo, carcasas, engranajes, correas, carrocerías, aislantes eléctricos y térmicos, componentes eléctricos y electrónicos, etc.

• En las industrias de consumo en envoltorios, juguetes, maletas, artículos deportivos, fibras para la elaboración de telas y todo tipo de artículos textiles, muebles, bolsas, etc.

• En la industria agroalimentaria en envase y embalaje, tanto en tratamientos industriales intermedios como en los productos que adquiere el usuario final.

• En agricultura, especialmente en cultivos intensivos, en tuberías para transporte de agua, riego y drenaje, acolchado de suelos, invernaderos de diversos tipos, películas y láminas para ensilaje y construcción de embalses, etc.

• En aplicaciones en el ámbito de la higiene y la salud en lentillas, lentes y monturas para gafas, todo tipo de bolsas especializadas, catéteres, jeringuillas, blísteres, bolsas de sangre y suero, sistemas absorbentes como pañales, geles y champús, etc.” (BURGOS, 2014)

2.2.8. Aplicaciones avanzadas

Es importante reseñar que en la década de 1980 comenzó el mayor auge en el empleo de polímeros como fibra de altas prestaciones. Sin embargo, el polietileno (PE)

es el polímero de mayor consumo, pero de menor precio con márgenes económicos mínimos usado en la fabricación de forros para libros y bolsas de supermercado.

2.2.9. Polímeros como aislantes y conductores. Aplicaciones en la industria de la electricidad y la electrónica.

El desarrollo de la industria eléctrica a comienzos del siglo pasado fue semejante al triunfo del primer polímero sintético comercializado, las resinas fenólicas, que remplazaron como aislante a los usados hasta el momento, que eran costosos, y difíciles de procesar y manufacturar, también eran poco satisfactorios para un gran número de aplicaciones.

De manera general, se puede decir que la cualidad de aislamiento eléctrico y térmico es propia de los polímeros, y es debido al enlace covalente, es decir, la constitución química de los mismos. Es por ello, que la mayoría de los polímeros comerciales son muy buenos dieléctricos, con resistividades para el polietileno que se usa en el aislamiento de cables.

De los aspectos tecnológicos más importantes para la sociedad de la comunicación, en la que es primordial el papel de los polímeros como aislantes, usado en la fabricación de circuitos integrados (CI). En ellos, los materiales orgánicos tienen doblemente un papel.

Por una parte, pasivo, como componente estructural y de protección de los CI, donde las resinas protegen mecánicamente logran aislar de la humedad al dispositivo. Y desde otra perspectiva una función doblemente activa, la cual implica en primer lugar un proceso de impresión litográfica positiva o negativa que permite seguir un patrón para el cual se dispone el grupo de transistores, diodos (componente electrónico que solo permite el paso de la corriente eléctrica en un único sentido), condensadores y resistencias que integran el dispositivo. El diseño de resinas reactivas es elemental al momento de conseguir la máxima integración.

2.2.10. Retos y perspectivas de los polímeros

El desafío actual de los polímeros en la ciencia y la tecnología se divide en dos bloques, primeramente, relacionado con las consecuencias sobre el medio ambiente, y segundo con el desarrollo de la ciencia y tecnología de polímeros enmarcado en la ciencia de los materiales.

2.2.11. Polímeros y medio ambiente

El triunfo de los polímeros se debe a un conjunto de factores que implica un precio razonable respecto a su campo de aplicación, baja densidad, gran versatilidad en la elaboración de bienes con diferentes formas y disposiciones. Sin duda, se trata de uno de los casos de mayor éxito científico y tecnológico, relacionado al dominio de la materia, desde el punto de vista de diseño y preparación esencialmente química, así como tecnológico ligado a la ingeniería, a la física y a las matemáticas.

Lamentablemente, los polímeros, también producen otros efectos tanto como materia prima, ya sea como granza o en plásticos en bienes acabados, pues, producen residuos que son duraderos en la tierra, y causan un problema de contaminación, principalmente en el medio marino.

La polución que se asocia al amplio uso de los polímeros es en menor medida un aspecto técnico, y está relacionada en su mayoría a aspectos sociales y culturales, políticos y económicos. Por lo tanto, el problema es generado principalmente por el empleo de bienes de uso único, en especial en el envase y embalaje, y de manera particular en el ámbito alimentario. Es decir, el uso de una bolsa o una bandeja de poliestireno, suponen un problema que aumenta si la persona que lo usa no la separa, clasifica y coloca adecuadamente en los contenedores destinados para ello.

El componente político está relacionado con la publicación de parámetros de reciclado, reutilización y disposiciones finales de los residuos que perjudican a la industria, así como las cuestiones relacionadas a la de educación de la población respecto a la reutilización y separación eficiente de los residuos.

El componente económico se fusiona con el político, puesto que estos procesos que corresponden a los residuos tienen un costo económico, que se ha trasladado a los ciudadanos. Las alternativas luego de la separación doméstica e industrial, continúan a la clasificación en plantas de tratamiento varían, tales como: la disposición en vertederos, el reciclado físico, la generación de energía, la reutilización, y el reciclado químico. Es evidente que el traslado a vertederos es la alternativa más sencilla, pero posee un considerable impacto ambiental, el cual está asociado a la inactividad de estos materiales, que son propios de su éxito, igualmente a su volumen generado.

Técnicamente se puede realizar una recopilación de materiales y procesos que reduzcan este impacto, aunque se debe asumir su costo asociado. En el tratamiento de residuos la primera opción debe ser el reciclado, pero no siempre es posible, se debe separar e identificar adecuadamente los residuos, y convertirlos en granza como materia prima en la fabricación de plásticos. En ese sentido hay que destacar el éxito en el reciclado de los envases de poli (tereftalato de etilenglicol) (PET) que corresponden a la mayoría de los envases de uso doméstico y alimentario.

El impulso del sector político y económico han permitido que se recupere el 57% de los envases plásticos que se usan en la fabricación de granza de PET para otros productos de tipo textil. Esto ha generado gran éxito en un corto período de tiempo, en el que simultáneamente se han destinados recursos para la concienciación y educación ciudadana, dirigidos principalmente a la juventud, con campañas de gran éxito como “Da una nueva vida a los envases, 40 botellas de plástico = 1 forro polar” (BURGOS, 2014).

Otro caso está asociado al ramo automotor, es que para el año 2015 el 95 % de los elementos que constituían un automóvil se reciclaron o reutilizaron.

Los plásticos son una combinación compleja de polímeros, están los que sufren degradación en el proceso de reciclado, y los que no se pueden aprovechar por ser termoestables, pero se pueden usar para la preparación de otros bienes, como en el

uso de los neumáticos molidos para la construcción de carreteras o suelos flexibles de parques infantiles.

Ciertamente, la incineración puede ser un procedimiento que sirve para los polímeros sin halógenos siempre y cuando se recupere la energía y se procesan adecuadamente los gases generados.

Técnicamente, el reciclado químico es viable si consiste en la despolimerización que permite la adquisición de productos químicos de utilidad industrial. Otra opción a estos procedimientos es la elaboración de polímeros degradables o biodegradables para la elaboración de bienes cuyo aprovechamiento no es económicamente factible.

Esos plásticos tienen un ciclo de vida acorde a su función. En teoría, el tratamiento de residuos plásticos implica una oportunidad tecnológica relacionada al éxito de la recolección selectiva.

2.2.12. Perspectivas

Debido al desarrollo científico reciente se puede deducir que se abrirán nuevos campos, posiblemente más específicos y posiblemente de mayor importancia científico-tecnológica, las cuales que permitirán la elaboración de bienes de gran valor añadido.

Respecto a los polímeros como materias primas, existe un interés creciente en el uso de biomasa para producir monómeros para la preparación de polímeros de múltiple impulso. Por un lado, el sector político, frente a la reducción de dependencia de recursos fósiles y, por otra, social, cuyo requerimiento de productos renovables hacen presión indirectamente a las empresas, que a su vez se benefician publicitariamente.

Su incidencia específica avanzada necesita un dominio mayor de la materia relacionada con la estructura química/propiedades. Estos son usados en el campo de la medicina, en biomateriales para prótesis, en el aspecto ambiental cuyo uso sea posible para toda la población en general, para la creación de fibras inteligentes que descubran ambientes perjudiciales para la salud y alerten de posibles enfermedades,

también que se utilicen polímeros para la elaboración de pantallas flexibles integrando electrodos transparentes, y PLED.

Otro ámbito de desarrollo se relaciona con el menor consumo de energía en el transporte y en la construcción. El ramo de la construcción es un campo en continua expansión, el cual está relacionado al ahorro de energía, debido al comportamiento pasivo de los materiales y al uso de aislantes que son más eficientes y duraderos, igualmente por el comportamiento activo de estos materiales, como por ejemplo en la elaboración de materiales con cambio de fase para la verificación de temperatura en edificaciones.

En relación a las técnicas de transformación se están generando nuevos desarrollos respecto a la eficiencia energética, con la incorporación de los propios residuos que generan la producción de los polímeros, que son usados como materias primas.

En virtud del avance de diversas técnicas en el uso de polímeros, es posible que estas técnicas logren revolucionar la producción industrial en la elaboración de piezas de plásticos para el hogar.

Para estudiar la variable losas macizas se tomó el libro titulado Concreto Armado de la autoría del Ing. Wilber Cutimbo Choque, de octubre del 2016 donde se pueden observar los siguientes aspectos.

2.2.13. Historia del concreto armado

El concreto comenzó a usarse en Roma aproximadamente 3 siglos A.C. inicialmente estuvo constituido por una combinación entre cal y ceniza volcánica. Esta composición es posible sumergirla en agua y lograr mantener sus cualidades en oposición de los morteros de cal que se usaban anteriormente. La obra romana más relevante para ese entonces era el Panteón que poseía una bóveda con un diámetro de 43.20 m. Pero debido a la caída del Imperio esta composición pasó al olvido. Aunque, aproximadamente a mitad del siglo XVIII su utilización otra vez se expandió.

El primer registro del concreto se dio en Inglaterra en los años 1760, cuando John Smeaton descubrió que al unir caliza y arcilla calcinada se producía una mezcla resistente al agua, este descubrimiento se dio mientras construía el faro Eddystone. En el año 1801, el ingeniero francés F. Coignet hizo público un acuerdo sobre los fundamentos de la construcción, donde reconocía la fragilidad de la composición en tensión. Joseph Aspdin fabricó en el año 1824 cemento realizando una mezcla entre arcilla y piedra caliza de diversos lugares donde se producen y sometiéndolas a calor en un horno.

El concreto que se obtuvo de esta mezcla era muy parecido a las piedras características de la isla de Pórtland, en Inglaterra, es por ello que se le dio esta denominación al cemento, teniendo mayor auge desde ese momento. En algunos casos, la mezcla se calentaba en manera exagerada y se endurecía, por lo cual se consideraba inútil y se era desechada. Años más tarde, en 1845, I. C. Johnson reveló que la trituración de esta sustancia poco útil llamada Clinker producía mejor cemento. Este es el cemento que se conoce hoy en día.

Desde la tercera década del siglo XIX comenzó a usarse el concreto armado. Entre los años 1832-1835 Isambard Brunel y Le Brun construyeron en Inglaterra y Francia edificaciones y arcos con este material.

Varios años después, en 1848, Lambot fabricó una embarcación pequeña de concreto reforzado que fue presentado en 1854 en una Exposición de Paris, luego registrado el año siguiente cuando Wilkinson patentó en Inglaterra un piso de hormigón reforzado con cuerdas de acero que habían sido rechazadas en las minas. En 1856, Francois Coignet también registró un método de refuerzo para pisos, que se contenían de varillas de acero empapadas en el hormigón.

En 1867 Monier, el francés Monier, consagrado a la jardinería, elaboró jarrones de concreto usando como refuerzo armaduras hechas con alambre. Años más tarde registró la utilización de este procedimiento para la cimentación de puentes, escaleras, columnas y tuberías de tanques y vigas apreciado como el autor del concreto reforzado. Para el año 1879, la firma alemana Wayss and Freitag, adquirió la patente

de Monier y 8 años más tarde, divulgó un libro relacionado con sus métodos de construcción. Por otro lado, el austríaco Rudolph Schuster, también obtuvo los derechos de licencia. Es así como el nombre de Monier, se dio a conocer por toda Europa como creador del concreto armado. (CHOQUE, OCTUBRE,2016).

En el año 1850, el abogado e ingeniero estadounidense Thaddeus Hyatt, realizó varios experimentos en vigas de concreto reforzado cuyos resultados fueron publicados en el año 1877. La investigación de Hyatt estaba relacionada con la resistencia del concreto al fuego y concluyó que los factores de dilatación térmica del concreto y el acero eran muy parecidas. Estas investigaciones dieron origen al análisis y diseño de los componentes de concreto reforzado.

El incremento en la utilización del concreto reforzado en Francia, se dio principalmente por Francois Henifique, pues éste realizó una investigación de ingeniería y calculó miles de armaduras hechas de ese material. En ese país, para el año 1900, el Ministerio de Obras Públicas designó una delegación para ejecutar nuevas distinciones técnicas sobre el hormigón armado las cuales se hicieron públicas en 1906. Luego de eso se dieron grandes avances, para el año 1910 ya se había instaurado la comisión alemana de concreto reforzado, el Instituto Británico del concreto, el comité Austríaco del Concreto y el Instituto Norteamericano del concreto.

En 1850 llegan al Perú los primeros barriles de cemento. Transformándose en concreto para dar mejor acabado a las estructuras. Años más tarde, se usó en unión con el acero para dar cimentación a los edificios, acueductos y puentes. A partir de ese momento, el concreto armado fue calificado como uno de los componentes de mayor relevancia en la construcción, debido a la simplicidad para moldear el concreto en la manera que se desea, la capacidad de doblarse que posee el hierro, su uso estructural es casi ilimitado. Es por ello, que en la mayor parte de las construcciones ha reemplazado a los materiales habituales.

2.2.14. Concreto armado

“Se denomina así al concreto simple reforzado con armaduras metálicas que absorben generalmente los esfuerzos de tracción que el concreto sólo no podría

resistir y, también para incrementar en algunos casos los esfuerzos de compresión del concreto”. (CHOQUE, OCTUBRE,2016)

2.2.15. El concreto y sus componentes.

El concreto es un elemento que se asemeja a la piedra, el cual se adquiere mezclando proporcionalmente agregados de piedra y arena, cemento agua y aire; luego, esa composición se solidifica de la forma deseada. La sustancia que contiene es una mezcla fina y gruesa. El agua con el cemento produce reacciones químicas para fusionar las moléculas de agregado y formar una mezcla sólida.

Un concreto optimo no solo se obtiene con ingredientes de excelente naturaleza unidos en cantidades adecuadas. Para ello se debe considerar todo el proceso que abarca desde el de mezclado, pasando por el transporte, vaciado y finalmente el curado.

2.2.16. El cemento.

Afirma lo siguiente: “El cemento Pórtland es de color gris pulverizado finamente, compuesto principalmente por aluminio y silicatos de calcio. Se fabrican a partir de la materia prima de las calizas que proporcionan el Cao (cal), y arcillas y esquistos que proporcionan el SiO₂ y el Al₂O₃ los cuales se muelen, se mezclan y se funden en hornos hasta lograr el denominado clinker, después se enfrían y se muelen nuevamente para lograr la finura que se requiere C (CHOQUE, OCTUBRE,2016).

Existen diversos tipos de cemento, los cuales están especificados en la norma ASTM C-150-94. Ellos son:

1. TIPO I, que es de uso general y sin propiedades especiales.
2. TIPO II, de moderado calor de hidratación y alguna resistencia al ataque de los sulfatos.
3. TIPO III, de resistencia temprana y elevado calor de hidratación.
4. TIPO IV, de bajo calor de hidratación.
5. TIPO V, de alta resistencia al ataque de los sulfatos.

La norma ASTM C-595-94A se especifica las características de los cementos adicionados, los cuales contienen, además de los compuestos ya mencionados, escoria y puzolanas, que modifican el comportamiento del conjunto. Entre ellos se tiene:

1. TIPO IS, cemento al que se le añadido entre el 25 y 70% en peso de escoria de alto horno.
2. TIPO ISM, cemento al que se le añadido menos del 25% en peso de escoria de alto horno.
3. TIPO IP, cemento al que se le añadido entre el 15 y 40% en peso de puzolana.
4. TIPO IPM, cemento al que se le añadido menos del 15% en peso de puzolana. En la actualidad, en el Perú se fabrican los cementos tipo I, tipo II, tipo V, tipo IP y tipo IPM (p. 9).

2.2.17. Agregados.

En estructurales comunes para hormigón, los agregados tienen entre el 70 y 75 % de la dimensión de la mezcla sólida. El restante está conformado por masa de cemento sólida, es decir, el agua que no se utiliza para hidratar del cemento y vacíos de aire. El compuesto generalmente se divide en fino y grueso. Este agregado fino y grueso, conforman los componentes inertes del concreto, pues, no influyen en los cambios químicos que se producen entre cemento y el agua.

2.2.18. Agregado fino o arena.

Es producto de la descomposición natural o artificial que se realiza usando un Tamiz con cuatro agujeros lineales por cada pulgada. El ingrediente con más grosor que éste, se denomina grava, mientras el fino debe tener las siguientes características: ser limpio, fuerte, durable, duro y libre impurezas de polvo, pizarra, limos y materias orgánicas. Cutimbo (2016) sostiene que: “No deben tener más de 5 % de arcilla o limos ni más de 1.5% de materias orgánicas.

Sus partículas deben tener un menor a $\frac{1}{4}$ ” y su gradación debe satisfacer los requisitos propuestos en la norma ASTM C-33-93” (p. 9), los cuales se muestran en la siguiente tabla

Tabla 1 Requisitos granulométricos del agregado fino.

Tamiz estándar	% en peso del material que pasa el tamiz
3/8"	100
# 4	95 a 100
# 8	80 a 100
# 16	50 a 85
# 30	25 a 60
# 50	10 a 30
# 100	2 a 10

Graduación del agregado fino.
Fuente: ASTM C-3

2.2.19. Agregado grueso o piedra

Es el que se conserva en el tamiz N° 4. Está conformado por rocas de granito, dioritas, y sienitas. Se emplea piedra triturada de los ríos y de yacimientos naturales. El tamaño mayor del agregado con más grosor para concreto reforzado se domina según la capacidad con que éste entra en los tabloncillos largos y anchos. Según (CHOQUE, OCTUBRE,2016) sostiene lo siguiente:

Con este fin el agregado no debe ser mayor que $1/5$ de la distancia entre las paredes del encofrado, $3/4$ de la distancia libre entre armaduras y $1/3$ del espesor de las losas. Al igual que para la arena, no deben contener más de un 5% de arcilla y finos ni más de 1.5% de materias orgánicas, carbón, etc. y según la norma ASTM C-33-93. También establece una serie de condiciones para su graduación” (CHOQUE, OCTUBRE,2016)

También existe

Agregado artificial. – Se refiere a las escorias y esquistos expandidos, se usa en la producción de concretos ligeros y se derivan de otros procedimientos de fabricación.

Agregado pesado. Se refieren a los punzones de acero, magnéticas, baritinas y que se usan para concretos especiales como protección contra los rayos X y rayos gamma,

Agua. El agua usada para esta composición debe ser limpia, libre de aceite,

materias orgánicas y sales. Por lo tanto, el agua potable es apropiada para la formación de concreto. Su función principal es hidratar el cemento, además, mejora la aplicabilidad de la mezcla. Sin embargo, puede usarse agua no potable en la preparación del concreto, si se demuestra su eficiencia. Para lograrlo es necesario fabricar cubos de mortero preparados con ese tipo de agua y analizándolos bajo la norma ASTM C-109-93. En caso de obtener la misma vitalidad a los 7 y 28 días de al menos el 90% esperado en concretos semejantes fabricados con agua potable, el líquido es apto (ACI 3.4.3). Además, se debe verificar que no tenga agentes negativos que puedan perjudicar el refuerzo.

2.2.20. Propiedades que posee el concreto.

2.2.20.1. Resistencia y Deformación del hormigón en Compresión.

El hormigón es utilizado principalmente para realizar tensiones, es por ello que el estudio del vínculo entre esfuerzo y deformación indivisible es de vital relevancia cuya particularidad se adquiere mediante experimentos realizados en el laboratorio con en cilindros con estándares de aproximadamente 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.

La muestra debe permanecer en su molde al menos 24 horas luego del vaciado y luego se curará en agua para realizar el ensayo. Para este proceso es indispensable que el cilindro tenga cerca de 28 días de vida para hacer el ensayo en la prensa hidráulica, aunque ese procedimiento puede variar cuando se especifique. En el proceso de prueba, el cilindro se carga en armonía de 2.45 Kg./cm²/s. y con una carga axial repartida de manera uniforme en el segmento transversal del cilindro partiendo de cero hasta donde se genera la falla.

La resistencia que presenta la compresión (f'_c) es determinada por el promedio de resistencia aproximadamente de dos cilindros tomadas en una única muestra y luego realizada a los 28 días, a veces este lapso de 28 días puede resultar muy largo para determinar la resistencia del concreto, debido a esto suelen realizarse ensayos a los 7 días.

2.2.20.2. Relación entre la resistencia obtenida a los 7 días y la resistencia a los

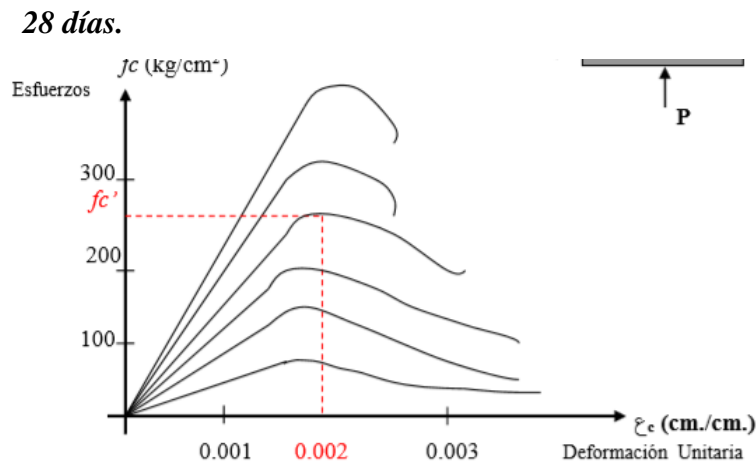


Figura 1: Curva Esfuerzo Vs. Deformación Del Concreto, Para Diferentes Calidades

Fuente: Cutimbo, W. (2016)

Las pruebas de curva A, 0.001 cm./cm. tomadas en cuenta por minuto se hacen en un lapso corto de manera tal que el cilindro se fractura en un tiempo comprendido entre 3-4 minutos.

En las pruebas de mayor duración la curva B, 0.001 cm./cm. tomadas por 100 días es similar a lo ocurrido en la realidad, debido a que, a los componentes estructurales, se les agrega peso de forma progresiva y durante un período más extenso.

En pruebas para el mismo hormigón, la curva varía en los siguientes aspectos:

1. La carga máxima se logra con esfuerzos menores de 80% f_c' más que en cargas de prueba de poca duración, pero haciendo referencia a la única deformación de 0.002.
2. La curva que desciende es muy suave generándose la falla a alteraciones mayores que en ensayos de más corta duración.

En el uso cotidiano la fuerza particular de cada planteamiento se fundamenta en la fuerza a corto plazo, el esfuerzo que se usa se adquiere en pruebas de poca duración y la distinción entre las pruebas de larga duración, se compensa con la calidad del concreto a continuarse solidificándose a través del tiempo.

2.2.20.3. Relación agua y cemento.

Esa relación es el elemento de mayor influencia en la resistencia del concreto, el nexo entre el peso del agua y el del cemento que se utilizan en ese compuesto. Si

w/c reduce, la porosidad disminuye obteniendo un concreto compacto, de excelente calidad y resistencia. Dicha correlación ha de ser mayor de 0.25, debido a que esta es la mínima porción de agua que se necesita para la hidratar totalmente el cemento. A más relación w/c, es menor el efecto resistente del concreto.

Como se muestra en la siguiente imagen

Tipo de agregado:

(CHOQUE, OCTUBRE,2016) sostiene que la probeta ensayada puede romperse a través de la piedra o en la interfase agregado-pasta. Si el agregado es resistente, el primer caso no se presenta. En cambio, la falla en la interfase piedra-mortero depende del grado de unión de ambos elementos. Este es función de la textura de su superficie, gradación, tamaño máximo, etc. En concretos de alta resistencia, la resistencia del agregado juega un papel muy importante en la resistencia del concreto. Además de estos factores la calidad del concreto se ve afectado por el tipo de cemento, duración del curado, etc. p. 9

2.2.21. Calidad del concreto.

La resistencia a la compresión determina la calidad estructural del concreto. El máximo esfuerzo se representa a través de f_c' , la prueba, así como la preparación están establecidos en la normativa ASTM.

El ACI para tipificar la calidad para el concreto recomienda cambios de 35 en 35 Kg./cm² sin excluir el esquema y proyecto de estructuras con intermedias resistencias.

Alteración en el volumen del concreto

El concreto se modifica según su volumen primordialmente por tres causas:

Alteración de volumen por contracción de fragua

La variación del volumen por esta causa se debe a la disminución de humedad que se produce en el proceso de endurecimiento y secado del concreto. El volumen disminuye cuando se deforma por sí solo, en caso de tener protección o si está adherido en alguno de sus lados este se agrieta. El concreto vaciado bajo agua está de forma permanente en un entorno húmedo, es por ello que este fenómeno no ocurre. Entre los factores que interfieren en la reducción del concreto están:

1. Correlación agua-cemento; mientras mayor sea esta relación, mayor es la cantidad de agua que posee para ser evaporada y por ello más probabilidad de contracción.

2. Correlación Volumen-Superficie del componente del concreto: El agua se vaporiza por la superficie y mientras esta sea mayor, las alteraciones por contracción serán mayores.

3. Humedad del ambiente: Producto de la diferencia de humedad entre dos medios el agua se evapora. Es decir, si el ambiente es muy húmedo la evaporación será menor.

4. Porcentaje de refuerzo: Por causa del refuerzo se restringe la contracción del concreto. La suma de refuerzos numerosos produce una pequeña retracción con gran aparición de fisuras.

5. Medida de cemento en la mezcla: los compuestos más ricos se estrechan más que los pobres.

6. Agregados: Estos disminuyen la retracción de la mezcla de cemento. Si el agregado es reducido, aumenta la contracción.

7. Tipo de cemento que se utiliza: El cemento con rápida fragua y los de menor calor de hidratación producen concretos con más probabilidad a la contracción.

Para disminuir la contracción de fragua en el concreto se debe: disminuir la cantidad de agua en la mezcla, usar agregados que no sean porosos, curar adecuadamente el concreto, usar en la estructura agrupación de retracción y construcción, proporcionar adicionalmente refuerzo mayor, para restringir el ancho de las fisuras o grietas.

El proceso de contracción puede revertirse al sumergir el concreto en agua, pero no es totalmente recuperable.

2.2.22. Deformación plástica o creep

La deformación instantánea proviene generalmente de la deformación plástica. El fenómeno de creep aumenta el desplazamiento en el tiempo y causa en la estructura la redistribución de esfuerzos. Los factores que influyen en este procedimiento son:

- El nivel de esfuerzo al que se somete el hormigón, pues, la deformación es directamente proporcional al esfuerzo.

- La duración de la carga, a mayor carga en el tiempo, mayor es el impacto del creep.

- Resistencia la cual depende de la edad a la que se aplica la carga, es decir, a mayor edad menor será la deformación.

- Velocidad de carga, a mayor rapidez, más es la deformación del hormigón.

- La cantidad y la repartición del refuerzo, limita las alteraciones.

- La relación agua-cemento, mientras mayor porción de agua se aplica mayor efecto del creep.

- El tipo y gradación del adherido, a mayor pesadez del concreto, menor es el efecto creep.

2.2.23. Variación de volumen por Temperatura

El hormigón varía según la temperatura. Se dilata a mayor temperatura y se reduce con su disminución. La expansión térmica cambia con la naturaleza del concreto y también considerando la edad.

2.2.24. El acero.

Es una combinación de varios componentes como: Carbono, cromo, manganeso, níquel, silicio, entre otros. El más importante es el carbono que también precisa sus características mecánicas. A mayor cantidad de carbono, la dureza, el límite elástico y la resistencia aumentan. Sin embargo, disminuyen la docilidad y solidez. El manganeso es agregado como ferro-manganeso lo cual incrementa la maleabilidad del acero y la resistencia al impacto. Igualmente reduce su ductilidad. El cromo impide la abrasión y la templabilidad. El níquel incrementa la resistencia al impacto. El silicio se agrega en cantidades variables de 0.05% a 0.50%. se le incluye en la mezcla para que al combinarse con el oxígeno impida la oxidación. Por último, el vanadio aumenta la templabilidad.

El acero, en Ecuador se fabrica generalmente reciclando los rieles de trenes y ejes usados.

El acero es más resistente que el concreto, pues tiene una resistencia a compresión de 10 veces más que el concreto y respecto a la tensión la relación es de 100 veces más, aunque el acero tiene un costo más elevado que el concreto. Es

por ello que se usa un acoplamiento de los dos materiales, pues, el acero tiene más resistencia a los esfuerzos de tensión el concreto resiste los esfuerzos de compresión.

Para tener un efecto seguro del refuerzo, es necesario que el concreto y el acero se deformen conjuntamente, y por lo tanto posea una adhesión fuerte entre ambos materiales para afirmar que no sucederán desplazamientos entre las barras de refuerzo y el concreto.

2.2.25. Ventajas y desventajas del concreto armado.

Entre las ventajas del concreto armado se pueden mencionar las siguientes:

1. Es durable, es decir, tiene una vida útil muy extensa. Además, no necesita de gran inversión para su mantenimiento.
2. Se puede moldear a cualquier forma en su estado plástico y el hierro es maleable
3. Tiene la capacidad de resistir eficientemente las cargas de viento o sismo.
4. En caso de ser sometido a temperaturas de mediana potencia, el concreto armado puede sufrir deterioros superficiales si contiene un recubrimiento idóneo al acero. Tiene mayor resistencia al fuego que el acero estructural y que la madera.
5. No sucumbe al impacto del agua.
6. Es resistente a la compresión.
7. La dilatación térmica del acero y el concreto tienen similitudes: Por esta razón es mínimo el agrietamiento que se produce por variaciones de temperatura.
8. Su dureza y masa previenen inconvenientes producto de los movimientos en las estructuras construidas con él.
9. El armazón pueden hacerse en el sitio o prefabricado.
10. El material es más económico en muchos lugares.

Las desventajas del concreto armado son:

1. Es inevitable la formación de grietas debido a la poca resistencia a la tracción, que abarca alrededor de la décima parte de la resistencia a la compresión.
2. Requiere de encofrados lo cual conlleva al vaciado, para su habilitación es necesario esperar hasta que el concreto tenga la resistencia necesaria y desencofrado. Por lo tanto, el costo del encofrado puede conllevar desde uno o dos terceras parte del total del costo de la obra.

3. Necesita de una constante evaluación de la calidad, ya que se afecta por la acción de la mezcla, la colocación, y el curado.

4. Con el tiempo presenta alteraciones que varían bajo cargas sostenidas.

5. El vínculo de la resistencia a la compresión contra el peso, se encuentra por debajo que la que pertenece al acero. Es decir, el hormigón necesita mayor número de secciones, por lo tanto, el propio peso es una carga elemental en el diseño.

2.2.26. Estructuras con concreto armado.

2.2.26.1. Diseño de estructura:

Este tipo de diseño incluye diferentes labores que realiza el proyectista para definir la apariencia, características y las dimensiones específicas que debe poseer la estructura.

Una estructura requiere un procedimiento sistemático y cíclico con el fin de cumplir una función determinada con un alto grado de seguridad; es decir, con una actuación idónea en condiciones de funcionamiento normal.

La estructura también debe cumplir con las siguientes condiciones:

-El valor, pues, la estructura debe permanecer en un margen de precios razonables.

-Estética; es decir, atractiva a la vista formando un componente decorativo para enriquecer el paisaje.

-El tipo de estructura, es uno de los elementos que más incide en el precio del proyecto.

-Idealización, la cual se realiza después de elegir la estructura con el objetivo de estudiar la incidencia de las cargas a la que puede ser impuesta en el transcurso de su vida útil.

El objetivo del sistema ideal es la optimización del mismo. Sin embargo, obtener una solución impecable es prácticamente imposible. Aunque puede ser beneficioso lograr un acuerdo con un criterio como el peso o precio mínimo.

La probabilidad de concebir un procedimiento de estructura eficaz e idealarlo en su apariencia fundamental, es producto de las características específicas; también resulta de la apropiación de sus saberes teóricos y los saberes empíricos

que se obtiene en la práctica del proceso de diseño y en el análisis de la actuación de las estructuras.

Resulta muy complejo explicar “criterio estructural” en texto y en los salones de clase. Resulta más fácil enseñar bases teóricas, métodos de análisis y cláusulas específicas. Es indispensable el ejercicio de la práctica y la comunicación continua con expertos de gran experiencia para ratificar su criterio.

Es muy usual el uso de programas de cálculo en el estudio estructural, incluso la realización de planos estructurales y especificaciones. Ese procedimiento es benéfico y logra mayor eficacia y precisión en el diseño si es bien utilizado.

2.2.26.2. Enfoque del diseño.

En cualquier elemento estructural la característica más importante es la resistencia real, ésta tiene que ser idónea para resistir, con un margen de reserva.

Actualmente existen principalmente, dos métodos en el diseño en concreto armado: El diseño elástico y diseño por resistencia última. El primero se usó mayormente hasta mitad del siglo pasado y el segundo tuvo gran empuje en los cuarenta años siguientes.

El diseño elástico surge del supuesto de que es factible prever la asignación de impulso en el concreto, al ser usadas en cargas de servicio. Tiene una conducta elástica en los dos materiales. El diseño se basa en lograr que los esfuerzos probables de la resistencia del concreto no superen el esfuerzo de fluctuación del acero.

Los últimos análisis de laboratorio han comprobado que la actuación del concreto con el tiempo sufre una doble distribución de esfuerzos entre el concreto y el acero.

Se analiza solo una de las distribuciones en el diseño elástico. Es por ello que en el transcurrir del tiempo las condiciones que no fueron tomadas en cuenta pueden causar alguna falla. Es importante considerar que en el diseño de estructuras se debe evaluar el tipo de falla para luego orientarla en la medida de lo posible. El método elástico, por el contrario, no atiende a este aspecto, tampoco define la carga que causa la ruptura de la pieza y es por eso que su componente de seguridad no se ha dado mucho a conocer.

La fundamentación del diseño por ruptura se basa en el pronóstico de la carga que causa la deficiencia del elemento y analiza la forma en que este colapsa. En

análisis de laboratorio se ha verificado que se puede pronosticar esas cargas con gran exactitud. Este procedimiento considera la conducta inelástica ambos elementos, por lo cual se aprecia mejor la idoneidad que posee la carga de la pieza. Entre las ventajas de este método están:

- El diseño por fractura controla el defecto de una estructura compleja tomando en cuenta la última resistencia de los diferentes elementos del procedimiento. Algunos de esos elementos se elaboran con un límite de seguridad menor que otros para incitar a que se produzca su falla primero.

- Considera la distribución de esfuerzos lo cual permite lograr un diseño más eficiente.

- Este procedimiento no usa la regla de elasticidad usado generalmente en el concreto que varía con la carga.

- El procedimiento de proyecto a la rotura posee la capacidad de analizar la docilidad de la estructura.

- Ese método logra un factor de seguridad diferente para distintos tipos de carga.

El principal inconveniente en el uso de este procedimiento es que únicamente se sustenta en normas de resistencia. Aunque se debe asegurar que las condiciones de servicio sean excelentes, lo cual implica que no se produzcan grandes desviaciones, ni agrandamiento significativo. Con el aumento en la cualidad del concreto además de la adquisición en secciones menores se pierde rigidez, aumentan las deflexiones y el ancho de las fisuras. Debido a ello, se debe utilizar este procedimiento a la par con otros métodos para evaluar el comportamiento adecuado de cada fragmento bajo cargas de servicio.

Debido a las diferencias que el procedimiento de diseño a la resistencia ha sido desplazado vertiginosamente por el método más antiguo durante las últimas décadas. Aunque este último se utiliza en algunas ocasiones.

2.2.26.3. Códigos de diseño.

En el concreto armado, el diseño de estructuras se realiza frecuentemente usando códigos de registros particulares para materiales, para análisis estructural, etc. A diferencia de otros países más desarrollados, como, por ejemplo, los Estados Unidos no cuentan con una normativa oficial nacional en relación al concreto armado. Los encargados de generar y sustentar estos códigos emanan de grupos

profesionales, gremios u otros institutos especializados que han elaborado los escritos requeridos.

El (ACI) American Concrete Institute durante mucho tiempo se ha mantenido como líder. Este reglamento a pesar de no ser un escrito formal es conocido categóricamente como documento de gran prestigio en relación al concreto reforzado.

Es así como ese documento ha sido incluido por norma en incalculables códigos de construcciones regionales y municipales que poseen una implicación legal.

Actualmente para la construcción de la mayoría de edificios de concreto reforzado en los Estados Unidos se proyectan basándose en el código ACI. Lo cual también ha servido como modelo para otros países. Igualmente, los puentes para vehículos en ese país están basados en los diseñados para puente de la AASHTO, que además de contener la distribución en relación con las cargas también poseen las especificaciones para su diseño y construcción.

Las normas alemanas (DIN) contienen patrones que describen los aspectos más variados y específicos de diseño.

Un código de diseño no puede reemplazar ningún criterio de Ingeniería respecto al esquema de estructuras de concreto reforzado.

2.2.27. Cargas.

Estas pueden dividirse en tres categorías:

2.2.27.1. Cargas muertas

Este tipo de cargas son invariables en dimensión y fijas en su postura en el transcurso de vida del sistema estructural. Frecuentemente el peso de la propia estructura que pertenece a la carga muerta corresponde al peso de la misma estructura.

Esto se calcula con una proximidad partiendo de la conformación del diseño, dimensiones de la estructura y la densidad del material. Entre los que se encuentran estructura de pisos, cielo raso, pisos a término, tabiquería fija; además de todos los componentes que poseen una postura invariable en la construcción.

2.2.27.2. Cargas vivas.

Son cargas gravitacionales que se pueden mover. Según (CHOQUE, OCTUBRE,2016), “Pueden estar total o parcialmente en un sitio o no estar presentes,

y pueden cambiar de ubicación. Su magnitud y distribución son inciertas en un momento dado, y sus máximas intensidades a lo largo de la vida de la estructura no se conocen con precisión.

Las cargas vivas mínimas para los cuales deben diseñarse los entrepisos y cubiertas de un edificio se especifican usualmente en el código de construcción que se aplica en el lugar de construcción. Dentro de estas tenemos: El peso de los ocupantes, muebles, tabiquería móvil, agua y equipos removibles, y todos aquellos elementos con el carácter de no estacionarios.” p. 22

2.2.27.3. Cargas ambientales.

Se refieren a cargas sísmicas, es decir, fuerzas inertes provocadas por desplazamientos sísmicos, por vibraciones producidas por maquinaria, por cargas de nieve, cargas de empozamientos de aguas que provienen de la lluvia. Estas cargas son inciertas, al igual que las cargas vivas.

2.2.28. Mecánica y comportamiento del concreto armado.

Es importante conocer este fenómeno para luego inferir las especificaciones que se usarán en el análisis y en el diseño. El análisis supone principalmente la evaluación de la resistencia de una parte muy bien definida. El diseño es un proceso diferente que consiste en dimensionar una parte idónea para tolerar el proceso de su aplicación.

Los componentes que son sometidos a flexión generalmente son vigas, escaleras y todas las partes que están sujetas a cargas paralelas a su superficie.

2.2.29. Comportamiento de vigas de concreto reforzado.

Las vigas elaboradas de solo de concreto simple cuyos elementos son sujetos a flexión resultan ser poco eficientes, esto se debe a que la resistencia a flexión corresponde en una mínima parte a la resistencia a compresión. Esto ocasiona que las vigas fallen del lado sujeto a la rigidez de cargas mínimas desde antes de que aumente la potencia total del concreto del lugar de mayor presión. Es por ello que se usan barras de acero como refuerzo del lado de mayor tensión y lo más cercano

posible del extremo donde se produce la tensión, conservando adecuadamente la protección del acero frente al fuego o la corrosión.

1° ETAPA. La resistencia del concreto no supera el impulso de compresión y tracción en la cada parte, es por ello que no ocurren fisuras.

2° ETAPA. La tensión que ocurre en el concreto está cercana a la resistencia a la tracción. En esta etapa, antes de que ocurra una fisura, la parte del concreto es eficiente y el refuerzo es capaz de absorber el esfuerzo causado por su alteración. Es decir, la alteración tanto en el concreto como en el acero es idéntica, esto se debe a la unión que existe entre ellos. La viga sufre un comportamiento elástico.

3° ETAPA. Se logra un momento delicado bajo el cual ocurren las primeras grietas en el centro de la viga. El eje neutral aumenta conforme la carga asciende. La grieta no tolera el esfuerzo de tracción, pues absorbe íntegramente el refuerzo.

El concreto se distribuye en esfuerzos casi lineal. Conforme aumenta la carga aumentan los esfuerzos en el concreto. Las grietas se ensanchan y se orientan hacia el eje neutro.

4° ETAPA. A pesar que el concreto no alcanza su máxima resistencia, el refuerzo logra el esfuerzo de fluencia.

En esta etapa, la deflexión aumenta de forma rápida y las grietas se ensanchan. A medida que la carga aumenta, el acero se endurece por deformación lo cual genera falla en el concreto por aplastamiento.

En consecuencia, en su elasticidad puede distinguirse lo siguiente:

2.2.30. Estado elástico no agrietado.

Los esfuerzos de este estado en el concreto y en el acero tienden comportarse de forma elástica, la falla en el concreto y en el hacer que lo rodea es idéntica y ocurre cuando:

$f_{ct} < f_r$, esto es debido principalmente a la carga mínima que padece la estructura en su primera fase.

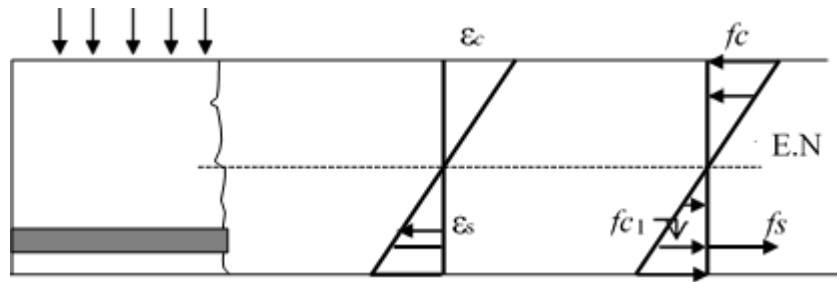


Figura 2: Estado elástico no agrietado

Fuente: Cutimbo, W. (2016)

$$E_c = f_{c1} \square$$

$E_c \epsilon_s \square f_s E_s$ (la falla que ocurre en el acero y en el concreto es igual en una misma carga).

n Se refiere a la relación modular que es vínculo que ocurre entre la medida de maleabilidad del acero y del concreto y tiene que ser una cifra entera mayor de

$$\text{El esfuerzo de tensión en el acero será: } T \square A_s f_s \square A_s \square n f_{c1} \dots\dots\dots(\alpha)$$

La fórmula (α) divisa que, sustituye la superficie del acero en tensión por una extensión similar de concreto equivalente a $(n-1) A_s$ para medir los esfuerzos; partiendo de esta transformación se pueden usar los procedimientos habituales de estudio de vigas flexibles iguales.

2.2.31. Estado elástico agrietado

La presión en el concreto produce que se agrieta, es decir, no soporta el esfuerzo de tensión. En otras palabras, el concreto en tracción no produce ninguna actividad, esto se debe al aumento del peso que van ensanchando las fisuras en el centro de la viga que se orientan hacia el eje neutral; esto ocurre cuando: $f_{ct} > f_r$. y f_r .

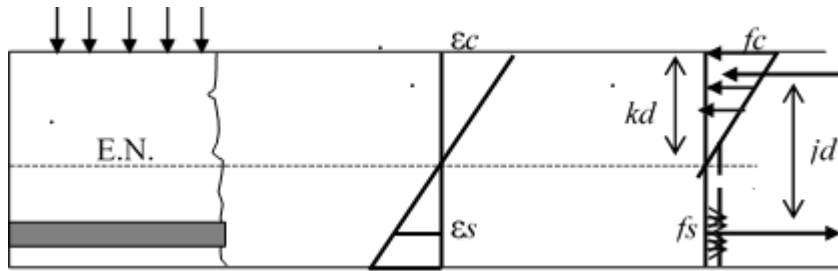


Figura 3: Estado elástico agrietado

Fuente: Cutimbo, W. (2016)

Cuando el componente se encuentra en estado agrietado se encarga de estudiarlo el método elástico.

2.2.32. Método elástico.

También conocido cargas de servicio, debido a que se intervienen las cargas tal como son sin tomar en cuenta las diferencias de variabilidad individual. Si los componentes se miden basándose en el método elástico el límite de seguridad requerido se obtiene realizando esfuerzos sometidos a cargas de servicio que sean secciones muy poca resistencia a la percepción del concreto y el impulso de deformación del acero. “En la práctica se considera estos esfuerzos admisibles que para el concreto sea el 45% de su resistencia a la compresión, y para el acero, la mitad de su esfuerzo de fluencia” (CHOQUE, OCTUBRE,2016)

2.2.33. Hipótesis de diseño.

Cutimbo, 201 afirma lo siguiente:

- “a. Las cargas no se incrementan por los denominados factores de carga.
- b. Estima al concreto y al acero produciendo a determinados esfuerzos de operación dentro del límite elástico del material.
- c. Considera que las partes planas permanecen igual antes y después de las alteraciones.
- d. Supone que los esfuerzos y deformaciones permanecen acorde a su distancia al eje neutro.
- e. Rechaza la resistencia a tensión del concreto.

f. De acuerdo a la conducta elástica de los materiales y en base a la hipótesis (d), el diagrama de esfuerzos único en compresión se considera de forma triangular.

g. El refuerzo de tensión es sustituido por un área similar de concreto equivalente a n veces, la superficie del acero de refuerzo que se encuentra a la misma altura del acero de refuerzo” p, 30

2.2.34. Método plástico, de rotura o resistencia última.

Cuando algún componente del concreto armado está próximo a colapsar, los esfuerzos ya no son equilibrados a las deformaciones unitarias. En el caso de los esfuerzos de compresión del concreto se distribuyen sobre la última carga o cercana de ella tienen un aspecto invariable y pero definida posiblemente se desarrollaría una hipótesis racional para la última resistencia a flexión idéntica a la teoría de la elasticidad con su diseño de forma triangular en la asignación de esfuerzos.

Realmente se desconoce un método preciso para la deformación del concreto en compresión. Sin embargo, se han calculado fallas únicas para vigas de apariencia rectangular de 0.003 a 0.004 de orden precedente a la falla.

En caso de aceptarse que el concreto está cerca de deformarse en el momento en que la fibra extrema a presión del concreto logra la mayor alteración $\epsilon_{uc}=0.003$, la diferencia sería de un número significativo de ensayos de columnas y de vigas con una importante diversidad de formas y naturaleza de carga demuestra que se puede realizar una predicción infalible de la última resistencia. Realmente no se requiere conocer exactamente la forma en que se distribuyen los esfuerzos en el concreto; pero si es indispensable saber que para cierta distancia c el eje neutral es:

1. Toda la fuerza que surge a presión del concreto C .
2. Su ubicación perpendicular, la distancia parte de la fibra extrema a presión.

El área en compresión de una viga rectangular es bc y su fuerza completa en compresión puede reflejarse como $C = f_{av} bc$; en la que f_{av} es el esfuerzo central a compresión por encima de la superficie de bc . Ciertamente, el esfuerzo promedio que se genera previo a que suceda la falla es superior a mayor resistencia del concreto del cilindro f'_c .

2.2.35. Diagrama equivalente de esfuerzos.

En la compresión del concreto la asignación de esfuerzos puede sustituirse por una apariencia geométrica simple, en el caso de que dicha distribución falsa genere igual fuerza de compresión C en el mismo sitio que el componente real cuando está cerca de partirse.

Muchos científicos de diferentes naciones han expuesto una suma reducida de falsa asignación de esfuerzos semejantes. La distribución más aceptada de esfuerzos fue planteada primeramente por C. S. Whitney y después perfeccionada, revisada y puesta en práctica por otros investigadores.

En la propuesta investigativa de Whitney él reemplazó la clasificación de esfuerzos del concreto de compresión la cual tiene forma de una línea en ascenso, por un bloque de forma rectangular igual, como escala para así lograr la resistencia a flexión. Esa forma posee una hondura de “ a ” y una potencia igual a la compresión de $0.85 f'c$, la valoración de “ a ” depende de c , por ejemplo, $a = \beta_1 c$, donde β_1 , tiene el valor:

2.2.36. Hipótesis básicas en el diseño.

1. Las fallas que ocurren en el acero y el concreto son distribuidas a lo largo del eje neutral del segmento a excepción de las vigas que poseen gran peralte, los cuales requieren una distribución de fallas que no sea lineal.

2. La resistencia a la compresión del concreto es rechazada, excepto la del concreto pre o el post tensado.

3. La fuerza que se genera en el acero precedente a la fluencia es proporcional al resultado de su patrón elástico por su unitaria falla. Para deformidades superiores a la de fluencia, en el refuerzo se produce un esfuerzo que no dependerá de la deformidad igual a f_y . Este supuesto evidencia el patrón elástico plástico de la curva esfuerzo-deformación que tiene el acero que se rige por el código ACI.

4. El gráfico de esfuerzos en compresión del concreto, es sustituido por el gráfico propuesto por Whitney equivalente de esfuerzos de forma rectangular.

5. La falla del concreto se produce al conseguir una deformidad final de 0.003

6. En caso de que el f_y precisado sea superior de 4200 Kg./cm²., se deberá diseñar un f_y supuesto igual al 85% más que el f_y precisado o 4200 Kg./cm².; luego, entre los dos escoger el mayor .

2.2.37. Tipos de falla de los elementos sometidos a flexión

Los componentes que se someten a flexión generalmente sus fallas se deben a la compresión del concreto. No obstante, el concreto es capaz de fracasar antes o después de que el acero brote. El origen de la fractura se determina por la cantidad de refuerzos y puede ser de tres categorías.

- **Falla por tensión:** También conocido como falla por ductilidad y se produce cuando la tracción del acero llega a una etapa de fluencia precedente a que el concreto comience a aplastarse en el borde prensado; es decir, cuando en la falla $\epsilon_s > \epsilon_y$. se toman en cuenta las mayores deflexiones y grietas antes de que colapse lo cual avisa a las personas sobre la amenaza cercano. Estas partes también se conocen como sub-reforzadas.

- **Falla por compresión:** También llamada falla FRÁGIL, ocurre cuando se comienza primero el aplanamiento del concreto antes que comience la fluencia en tracción del acero. Estas secciones se conocen como sobre -reforzados.

La resistencia de un segmento sobre – reforzado es superior que la de otra sub-reforzada con dimensiones semejantes. Aunque la primera carece de comportamiento dúctil y el patrón de colapso no es apropiado. En el diseño este tipo de falla se evita.

- **Falla balanceada:** es causada cuando el concreto produce la deformación unitaria final de 0.003 al mismo tiempo que se inicia la fluencia del acero, por ejemplo, cuando en la falla $\epsilon_s = \epsilon_y$.

En el siguiente gráfico se observa la distribución por deformación para cada tipo de falla.

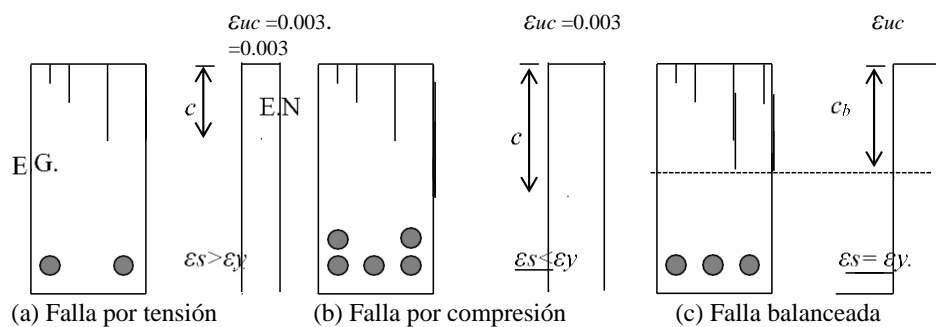


Figura 4: Tipos de falla de los elementos sometidos a flexión

Fuente: Cutimbo, W. (2016)

2.2.38. Diseño por flexión.

En el análisis de los sucesos en que la viga de material de concreto armado pudiera fracasar, se concluye que esto depende exactamente de la porción de acero que presentan ($\rho = A_s/bd$), por ejemplo sí:

$\rho < \rho_b$La falla se produce por fluencia del acero.

$\rho > \rho_b$La falla es causada por aplastamiento del concreto.

$\rho = \rho_b$La falla es equilibrada.

La clase de fallas de interés para este estudio son las que nos brindan la posibilidad de tomar previsiones en caso que ocurra una destrucción.

Si el desperfecto es causado por compresión del concreto, ésta es causada de forma repentina, en el caso de que la falla sea por fluencia del acero, esta se da de forma gradual y le anteceden signos evidentes de deterioro de ensanche y estiramiento de grietas.

2.2.39. Requisitos de seguridad

Una estructura para realizar su función requiere además de ser segura, útil. Ésta última requerirá que las deformidades sean muy reducidas, además que las fallas que se pudieran presentarse se encuentren en los límites permisibles. Para que haya seguridad la resistencia de la estructura debe ser la apropiada para el peso que pudiera incidir sobre ella.

Aunque en el proyecto, análisis y edificación de estructuras en concreto armado pueden existir diversas causas de inseguridad, por ejemplo:

- La capacidad real pudiera ser diferente a las que se considera en el diseño.
- La capacidad real se distribuyen de forma diferente a las que se consideradas en el diseño.
- La medida real de los componentes pueden ser diferentes a las del diseño.
- La armadura pudiera no tener la ubicación apropiada.
- La fuerza del elemento pudiera ser diferente de la que se especifica en el proyecto.

El ACI evalúa la seguridad de la estructura, considerando los elementos de la carga y de reducción de capacidad.

2.2.40. Factores de carga.

Los componentes de carga poseen como objetivo proporcionar la seguridad apropiada contra un incremento en el cargamento de servicio sin tomar en cuenta las indicaciones en el proyecto, que dificulte la existencia de una falla. Los componentes de carga contribuyen a consolidar que las fallas que ocurran no sean exageradas.

2.2.41. Factores que contribuyen a la reducción de capacidad

Estos factores consideran la poca precisión que poseen los cálculos y modificaciones en la resistencia del componente, en la mano de obra y extensión. El valor más alto es considerado en las vigas, esto se debe a que son diseñadas para fallar por flexión del acero en tracción.

2.2.41.1. Diseño de sección rectangular con refuerzo en tensión.

Este comienza con la selección de las medidas del segmento y la naturaleza que tenga concreto.

2.2.41.2. Diseño de secciones rectangulares reforzadas doblemente.

El planteamiento de un segmento rectangular con un refuerzo en compresión posee dos fases. Inicialmente se especifica el instante resistente nominal del segmento tomando en cuenta solamente el refuerzo en tensión que representa un porcentaje básico. Luego sigue la fase del proyecto, y se define la desigualdad entre

la resistencia necesaria y la que se prevé en la etapa inicial. Esa desigualdad tendrá que admitirse por la cantidad de acero en compresión.

2.2.41.3. Diseño de secciones T.

En este tipo de diseño se requiere estudiar las diferentes alternativas en que se sitúa el eje neutro.

Suceso 1: El centro neutral se ubica en el interior del grosor de la losa.

Suceso 2: El centro neutral está en el límite del grosor de la losa, y es igual al suceso anterior, pues, respecto al diseño continúa siendo el de una viga rectangular.

Suceso 3: El centro neutral supera el grosor de la losa. Si tenemos en este hecho una viga con apariencia de T para el bloque ceñido, aunque puede descomponerse en dos vigas rectangulares.

Suceso 4: La presión se ubica en la parte más baja, debido a esto la anchura de la losa que contribuye no importa.

2.2.42. Vigas y sistema de pisos de una sola dirección

2.2.42.1. Evaluación de las solicitaciones por flexión.

Luego de la distribución, se realiza el diseño previo de los componentes de la estructura, después se moldea e idealiza la estructura lo cual conlleva a hacer el estudio correspondiente. Esta última fase de idealización necesita desarrollar un patrón que simbolice el veredicto total de la estructura.

El patrón metódico de la estructura debe especificar las condiciones de continuación de elementos y los límites que posee la estructura y sus vigas donde reposan. La prolongación que se produce en los componentes de una estructura causa elasticidad mayor, lo cual dificulta el estudio.

Las solicitudes pueden obtenerse a través de:

1.-El análisis estructural: Es decir, usando gráficos de los diagramas que se obtienen analíticamente de procedimientos clásicos, entre los que se encuentra el Kany, el Cross o procedimientos más recientes de rigidez o flexibilidad, empleados específicamente en sistemas de ordenadores.

El empleo de brazos duros proporciona una valoración auténtica de los esfuerzos en los componentes pues, al toma en cuenta las luces a ejes varía su deformación a causa del tamaño de las vigas.

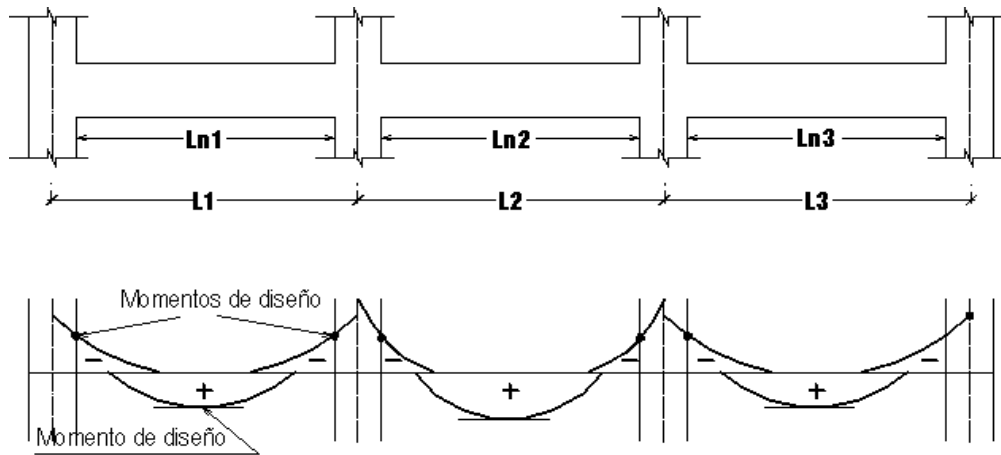


Fig. III-1.- Diagrama de momentos flectores

Figura 5: Diagrama d momentos flectores

Fuente Cutimbo, w 2016, p. 77

La variación de cargas vivas en una estructura real puede generar momentos superiores a los que se obtienen cuando se consideran todos los tramos cargados uniformemente.

La norma estima que el estudio de variación de la carga prevé:

- Intervalos cargados dos a dos con el objeto de lograr máximos instantes negativos en los soportes de intermedio a ellos.

- Intervalos combinados llenos de carga variable; es decir, que es viva (uno sí y uno no) para lograr máximos instantes positivos en los espacios cargados.

En el siguiente diagrama se observa una sinopsis de las diferentes etapas que se generan de carga al estudiar la combinación para un intervalo de tres moderado.

Además de reconocer la variación de carga viva, es necesario tomar en cuenta la probabilidad de desplazamiento lateral, lo que se genera por irregularidad de cargas o por deformidad de la misma estructura.

En caso de hacerse por computador el estudio de cargas de gravedad, lo más importante a considerar son las variaciones que se producen respecto a los estudios

que habitualmente se usan como por ejemplo el Cross. El producto de esas variaciones puede ser:

- a. La desigualdad entre solucionar el pórtico en su totalidad y apartar un nivel determinado empotrando en los bordes a sus columnas.
- b. La consideración al estimar el desplazamiento lateral que se produce por diferencia de cargas o por elementos estructurales en los estudios por computadora.
- c. La evaluación de la alteración axial de ese soporte que no es constante en todos los casos, lo cual genera instantes en columnas y vigas, que habitualmente no son valorados normalmente en estudios, aunque pueden calcularse al resolver el pórtico total del ordenador. Las alteraciones del eje axial actúan grandemente en el producto, principalmente cuando se tengan soportes de partes idénticas.
- d. En esa ocasión se deformarán dos veces más los pilares internos que generalmente soportan doblemente el peso de las columnas externas, lo cual produce movimientos en los extremos de las vigas, que son distribuidos en todos los elementos.

Aunque este tipo de análisis es supuestamente preciso, no es muy veraz debido a que el ordenador emplea de manera instantánea las deformidades con el pórtico total.

Métodos de los coeficientes. -

Es un procedimiento poco preciso que se usa en el análisis de losas armadas y de vigas en un solo sentido bajo cargas de gravedad. Considerando los siguientes aspectos:

- Deben existir como mínimo dos secciones o más.
- Las secciones deben ser casi idénticas. La distancia de la sección mayor no deberá diferir en más de 20% de la del menor.
- Las cargas deben distribuirse de manera uniforme.
- La carga viva no deberá ser superior a la carga muerta triplicada.

Los componentes analizados deben ser idénticos.

2.2.43. Redistribución de momentos.

La redistribución de momentos es uno de los beneficios más relevantes en el diseño en concreto armado.

A través de esta redistribución se considera la posibilidad de disminuir los momentos que se obtienen en el análisis elástico en varias secciones de la estructura,

con el propósito de incrementar el momento en varias secciones de manera que haya equilibrio.

Esta doble distribución de instantes implica la exploración en el sistema inelástico o plástico sin que represente que esta fase falle, en el caso que se tengan diseños que sostengan una conducta maleable. Hay un estudio precedente sobre el aspecto de viga sub-reforzada la cual debe sostener que el acero en tensión tenga fluidez antes que llegue a su máxima carga el bloque comprimido.

La normativa de Perú sostiene la doble distribución de instantes tomando en cuenta que los negativos medidos usando la teoría de la elasticidad en el soporte de componentes prolongados sometidos a curvatura, pueden elevarse o disminuirse no más de 20%.

Así mismo que los instantes negativos cambiados podrán utilizarse para computar los instantes y las fuerzas interiores que poseen en otras partes del elemento.

Esa normativa también especifica que no se deberá proyectar tomando en cuenta la doble distribución de instantes cuando se obtengan en un estudio parecido utilizando el método de los coeficientes.

2.2.44. Diseño de las vigas

Estas son las que perciben el peso de las losas y las distribuyen hacia otras vigas, columnas o muros.

Las vigas componen el centro de la estructura, al tener los pilares situadas en sus uniones. El conglomerado integrado de vigas y columnas adoptan la denominación de pórticos. Igualmente, las vigas poseen una importante competencia sísmica, pues, constituyen los elementos resistentes junto a las columnas y muros porque son los que ayudan a dar rigidez a los lados.

Según la altura o peralte las vigas pueden ser chatas o peraltadas.

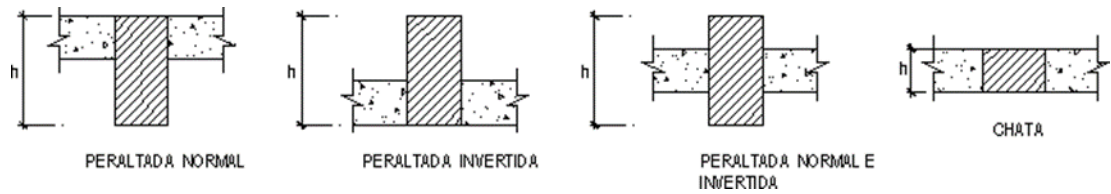


Figura 6: Diagrama d momentos flectores

Fuente Cutimbo, w 2016, p. 77

La viga hecha de concreto armado es la que tiene una altura superior al grosor del techo, lo cual lo hace visible. Estas se pueden invertir, cuando rebasa la sección sobresaliente de la losa.

La viga peraltada y la invertida con una altura idéntica tienen comportamientos iguales en relación a su resistencia y rigidez, únicamente se diferencian en cuanto a las fuerzas interiores, debido a que posee sobre sí misma una carga de apoyo y otra que le cuelga.

Una viga peraltada se diferencia de una chata debido a que incluyen además de su competencia de resistencia por flexión y cortante, su rigidez y flexibilidad. Es evidente que una viga de concreto armada tiene menor capacidad de deformarse y más competencia de resistencia que la viga chata.

2.2.45. Pre dimensionamiento de vigas

Propone con mucha proximidad las medidas de los componentes que forman una estructura, basándose en los preceptos del código A.C.I., la N.P. y el R.N.C. teniendo en cuenta los siguientes criterios:

Primer criterio

Se dimensionarán las vigas considerando un peralte de

$$h = \frac{Ln}{10 \approx 14}$$

$$10 \approx 14$$

incluyendo el grosor de la losa que posea el techo, el ancho es de menor importancia que el peralte.

Las vigas secundarias se denominan así debido a que no soportan la losa del suelo o del techo permiten poseer menor peralte si se acepta que únicamente pueden recibir esfuerzos a causa movimientos sísmicos. Aunque debe considerarse que los esfuerzos sísmicos son más relevantes que los de las cargas de gravedad. Su peralte no puede reducirse mucho ya que estaría teniendo una pérdida considerable de rigidez lateral en esa dirección.

El propósito es formar una estructura respetando la dureza de los laterales y la resistencia en las dos direcciones de la construcción, para esto se debe disponer de vigas de peralte en dos direcciones, en caso de que se considere una importante cantidad de placas secundarias en su orientación por lo cual se podrían instalar vigas chatas.

2.2.46. Modificación de las dimensiones de las vigas

- Igualdad en criterios de cantidad para dimensiones de vigas en dos juegos diferentes donde el instante actuante es el mismo.

- Igualdad en criterios de rigidez, es decir, la rigidez es la misma en las dos secciones.

Este principio se recomienda para sistemas aporticados en áreas de mayor riesgo sísmico. Igualmente se recomienda en el dimensionamiento de vigas “chatas”.

Se utilizan cuando la extensión del refuerzo supera en un componente la distancia comercial de las barras de acero y necesita fusionar dos de ellas para alcanzar la longitud requerida. Igualmente se usan en los enlaces o soportes, también para modificar el grosor de las barras. Dichos empalmes se ubicarán en las áreas con menor esfuerzo para que no **mengue** la potencia de la pieza y será necesario especificar su partición en los planos. Hay 3 diferentes tipos de empalmes, así tenemos: El traslapado, el soldado y el mecánico.

a. Empalme Traslado

Está formado por dos varillas con cierta longitud de traslape.

A menudo, las barras traslapadas se contactan y se sujetan levemente con alambre, manteniendo en su ubicación mientras se descarga el concreto. En el caso

de que las varillas amarradas no tengan directamente contacto no podrá alejarse a más de 1/5 de distancia del empalme ni mayor a 15 cm.

La normativa A.C.I sugiere que no podrán usarse este tipo de empalmes en barras superiores a 1 3/8”.

Empalmes a tracción

Se consideran distancias de empalme (LE) para varillas sujetas a tracción mayores de 30 cm.

La longitud de crecimiento debe incrementarse en empaques de tres barras un 20%, y un 33% para empaques de cuatro.

-Un empaque debe comportarse como una unión, y no deberá contar con un mayor de 4 varillas.

-No se conformarán empaques con varillas iguales o superiores de Ø 1 3/8

- En las partes sujetas a curvatura la varilla de un empaque tiene que finalizar en varias partes, con una mínima desigualdad en el Ø de la varilla de 40 veces.

Empalmes a compresión.

Este tipo de empalmes es de inferior distancia que los ensambles a presión debido a que las circunstancias en las que trabajan son adecuadas.

En el concreto de menos potencia a 210 Kg./cm²., debe incrementarse en un 33% la distancia de traslape.

Empalmes en vigas y losas.

Para realizar este tipo de empalme es conveniente seleccionar las partes con menos fuerza, y considerando el porcentaje de barras ensambladas elegir el tipo de empalme que será usado. Es por ello que conviene saber los diagramas de momentos y de acuerdo a esto localizar las zonas con esfuerzos bajos y altos.

En los diagramas de momentos flectores se pueden apreciar que los momentos superiores producto de cargas de gravedad se dan en la parte superior de los extremos cercanos a los apoyos y en la parte inferior y central del sector.

Cuando se sobreponen con los instantes por causas sísmicas, los superiores en los bordes aumentan y puede darse el caso que se presenten superiores cambiados en los límites de la parte baja.

Por esta razón, la idea de unir las varillas inferiores encima de los soportes es errónea, debido a que se empalman en áreas de mayor fuerza si la viga sufre momentos sísmicos importantes que produzcan el cambio.

En componentes de la estructura que no asimilan momentos sísmicos, no debe existir este inconveniente en enlazar sobre los apoyos, pues, en este caso estará en áreas de poco esfuerzo.

Las vigas y columnas son los principales elementos que soportan los esfuerzos de sismo, además de las placas y los muros. Por esta razón, al empalmar en vigas conformadas por pórticos, deberá considerarse los gráficos de momentos que incorporen máximos inferiores y superiores en las zonas cercanas a los soportes, y en el centro del tramo máximos inferiores.

Cada ingeniero seleccionará la clase de empalme considerando los criterios expuestos, tomando en cuenta la sección de empalme y cantidad de acero unido en un único tramo.

b. Empalme soldado.

Generalmente se utilizan para hierros superiores o igual a $\varnothing 1 \frac{3}{8}$ ", empalmado dos barras usando un componente de enlace complementario con una forma de metal angular o plancha, o mediante soldadura escondiendo dos varillas una al lado de la otra.

El mejor empalme en relación al traspaso de esfuerzos, es el soldado. Aunque también es el de mayor costo y necesita personal idóneo e inspección apropiada.

c. Empalmes mecánicos.

Estos empalmes solo deben utilizarse cuando se tengan mecanismos sustentados por pruebas y patentes verificadas. De igual forma esos empalmes deberán desarrollar al menos el 125% de soporte de fluencia específica para las varillas.

2.2.47. Colocación del refuerzo.

El momento actuante varía por toda la longitud de los elementos sujetos a flexión. En un componente apoyado sometido a carga dividida uniformemente, aumenta desde los soportes hacia la parte central de la luz. El esfuerzo requerido para soportar las solicitaciones exteriores es más en la parte central que en los bordes. Es por ello, que no es coherente poner la misma cantidad de barras en toda la longitud del elemento, sino solo donde se necesita.

2.2.47.1. Ganchos estándar.

Se usan cuando la medida que se dispone en el componente no es idónea para extender toda la medida de amarre del refuerzo. Esos ganchos se usan para anclar barras que se están en tensión siendo poco útiles para el acero en tensión.

2.2.47.2. Requisitos para elementos que resisten sismo

Los elementos que conforman vigas y columnas son considerados aspectos sísmicos resistentes, los cuales deben cumplir además con los siguientes requisitos:

1) Tener refuerzo continuo en toda la extensión de la viga, formado por dos varillas, en la parte superior y en la inferior con un componente de acero no menos de $\frac{1}{4}$ de la máxima necesaria en los empalmes, ni menos de la superficie mínima requerida por flexión.

2) Todas las varillas que se fijan en las columnas de extremos finalizarán con ganchos estándar.

2.2.47.3. Corte práctico del refuerzo.

Los puntos de corte del refuerzo propuesto por el ACI mediante método de los coeficientes son: Corte del refuerzo en intervalo interno de elemento continuo, separación del refuerzo en intervalo externo del componente continuado con soporte externo dotado por columna, el corte del refuerzo en intervalo externo del componente ininterrumpido con base externa dotado por viga, el corte del refuerzo en la parte externa del componente continuo con base externa no solidario.

2.2.47.4. Recomendaciones prácticas para un diseño ordenado.

El diseño no precisamente refleja con exactitud un cálculo. El diseñador debe trascender del producto numérico, del análisis y debe tomar en consideración todos los elementos complementarios que se observa en la estructura sin limitarse al producto en un componente, sino estudiando con mayor capacidad otros parecidos. El diseño es una habilidad, esta aseveración da la seguridad que las computadoras son valiosas como componente para el análisis, pero el diseñador es irremplazable.

2.2.47.5. Sistema de pisos en una sola dirección.

En las edificaciones de concreto con refuerzo se usan las losas como estructura de pisos o techos que generan áreas planas de gran utilidad.

Desde el punto de vista estructural tienen dos funciones principales: la primera, relacionada a la gravedad de las cargas; y la segunda, relacionada a las cargas sísmicas, que es el producto de la individualidad de la estructura, de tal forma que tenga una conducta igual en cada piso, obteniendo que los muros y las columnas tengan una igual cantidad de alteraciones en cada nivel, obteniendo de esta forma la llamada unidad de la estructura.

Las medidas de las losas en una construcción pueden estimarse como poco deformables en su plano y es por eso que en los estudios se define la losa como un diafragma duro.

Cuando las losas tienen aberturas considerables puede haber problemas debido a la disminución significativa en sus dimensiones, pues, en esos casos no es posible afirmar que la losa continúe siendo un componente poco deformable en su diseño, y posiblemente los esfuerzos que transmitan superen su capacidad de resistencia.

Las losas pueden apoyarse únicamente en dos lados opuestos, a causa de que la actuación de la estructura de la losa ocurre esencialmente en un sentido, debido a que emite las cargas en sentido paralelo a las vigas de soporte. También puede que tengan vigas en sus cuatro lados, de manera tal que logre una actuación de losa en dos sentidos.

2.2.48. Aberturas en losas.

Generalmente las losas presentan aberturas para pasar de ductos de residuos, chimeneas, instalaciones sanitarias, entre otros, con el objetivo de impedir que la resistencia de la losa pueda verse comprometida. En el caso de las grandes aberturas, se requiere colocar en los bordes vigas chatas o doble viga. Igualmente en los bordes de las aberturas, se forman grietas transversales y para impedir las se les dispone un refuerzo diagonal. El acero empleado debe ser mayor que la que se utiliza en el refuerzo principal de la losa.

2.2.49. Refuerzo por contracción y temperatura.

La extensión considerable de refuerzo de las losas es sujeta a altos esfuerzos producto de la expansión de fragua y las variaciones de la temperatura, lo cual genera agrietamientos pronunciados. Con el fin de impedir este fenómeno se necesita una medida de cierto refuerzo llamado refuerzo de temperatura en losas hechas en un solo sentido. El principal esfuerzo por flexión cumple la función de refuerzo de la temperatura en el sentido en que se dispone. Aunque, en la dirección paralela, se requiere colocar exclusivamente acero con este fin.

La distribución de cargas aplicadas sobre la losa necesita el refuerzo de temperatura. También favorece la distribución del acero en obra debido a que se empalma al refuerzo principal conformando una red un poco rígida.

2.2.50. Losas macizas o llenas.

Poseen un grosor bien definido totalmente hecho de concreto armado. El proceso del plan de losas llenas armadas en un solo sentido es parecido al proceso de vigas.

El sistema de losas incluye losas macizas y losas aligeradas con huecos o cavidades hechas mediante rellenos permanentes o removibles entre nervios en una o dos direcciones, con o sin loseta inferior. Las losas pueden estar apoyadas sobre columnas, vigas o muros. “Si se trata de losas con nervios en dos direcciones soportadas sobre columnas, incluyendo el reticular cedulao, se debe tener capiteles o ampliaciones en la zona que rodea a las columnas, las cuales deben tener, como mínimo, una dimensión del $1/6$ de la luz en cada dirección”. BASILIO J. CURBELO. Año 2015. Pag. 250.

2.2.51. Losas nervadas.

Están conformadas por una sucesión de vigas T, denominadas nervaduras unidas mediante de una losa compacta de espesor idéntica a la de la viga. Es decir, es una combinación hecha de una sola pieza de nervaduras generalmente repartidas y una losa puesta en la zona superior que trabaja en un solo sentido.

La apariencia se logra con encofrados específicos que se elaboran en función de diversos materiales tales como el acero, planchas de material comprimido, madera y plástico reforzado.

2.2.52. Losas aligeradas.

La losa aligerada o armadas en un único sentido, es uno de los métodos de techado más utilizado en nuestro medio, debido a que es un procedimiento económico y liviano, lo cual es necesario para reducir el impacto sísmico.

2.2.53. Deflexiones

Una etapa indispensable en el diseño de estructuras es el control de deflexiones del concreto armado. Una exagerada alteración provoca el fracaso de alguna herramienta comprometiendo su actividad a causa de ellas, por su deterioro o por poca utilización de piezas no estructurales tales como ventanas, puertas, tabiquería, cielos rasos, entre otros.

En la nueva estructura esas piezas pueden desempeñarse bien, aunque luego de un tiempo pudieran deformarse y dejar de trabajar, a causa de la deformidad con el tiempo que surgen en las estructuras de concreto armado, como ocurre con las puertas corredizas que no pueden deslizarse.

Un incremento de deflexiones deteriora la imagen de la estructura que generalmente inquieta a las personas sin razón, debido a que una alteración exagerada que no implica una falla imperiosa.

Las deflexiones en losas provocan la creación de depósitos con agua que producidas por las lluvias o por deterioro de las instalaciones sanitarias. El exceso de carga aumenta las alteraciones en el componente que a su vez intensifican los depósitos de agua si no se tiene un método de drenaje adecuado. Esta respuesta desencadenada puede provocar que la estructura colapse.

La norma ACI sugiere dos procedimientos para controlar las deflexiones en relación a cargas de servicio, el primero resulta eficaz en elementos sujetos a flexión que no se relacionan a elementos no estructurales que se afectarían por deflexiones en exceso. Este procedimiento otorga un mínimo egrosor a las losas y las vigas, que aseguren que las deformaciones permanezcan en un rango aceptable.

2.2.54. Tipos de deflexiones

Las deflexiones que se producen en los componentes de concreto armado son en virtud del tiempo, es por ello que pueden ocurrir de forma instantánea o a largo plazo.

- Las deflexiones instantáneas son de corta duración y se deben esencialmente al comportamiento flexible de la estructura y se da de forma inmediata luego de que las cargas son aplicadas, es decir, en el instante en que es retirado el encofrado de un elemento a flexión.

- Deflexiones a largo plazo, estas resultan del creep y supresión del concreto y se muestra como un aumento de la primera, a medida que se incrementa el tiempo desde el desencofrado, alcanzando una firmeza casi total aproximadamente a los cinco años. Este tipo de deflexiones pueden llegar a duplicar las deformaciones instantáneas.

2.2.55. Cálculo de la deflexión instantánea

Este se valora basándose en hipótesis de potencia de materiales y la estática, previendo en su cuenta una inactividad propia de las partes de la grieta del componente.

Una viga fabricada de concreto armado generalmente posee una parte constante en relación al concreto, pero que varía en relación al refuerzo de acero puesto a la longitud del ramal; si también se considera que el instante en que actúa es variable en la longitud del elemento, por lo tanto, los niveles de fisura son cambiantes, y hay otros elementos que influyen en la producción de grietas como la retracción de fragua y el flujo plástico.

El cómputo de deflexión de un componente es la consideración de un precepto de la deflexión que se espera, que se basa en el análisis de pasividad "representativa" y cercana del componente.

La normativa ACI sugiere la utilización de una inacción llamada efectiva, que es un intervalo entre pasividad de la parte bruta e inercia de la sección fisurada.

2.2.56. Cálculo de la deflexión diferida

Cuando el valor de deflexión corta es aproximado, también lo es la valoración de la deflexión a largo plazo, esto se debe a:

a) Se calcula como un componente multiplicador de la valoración de la deflexión momentánea.

b) Requiere del tamaño de la carga que se considera que interviene en los primeros meses o años desde que se retira el encofrado del componente. Resulta complicado valorar con exactitud el porcentaje de la carga viva.

c) Depende generalmente del flujo plástico para el que hay varias teorías que estudian la deformación producto de este efecto.

Según (CHOQUE, OCTUBRE,2016) p. la normativa ACI estima la valoración de la deflexión con la ecuación:

$$\Delta_{dif} = \lambda \Delta_i$$

$$\lambda = \frac{\varepsilon}{1 + 50\rho'}$$

donde

ε = factor que depende del tiempo que actúa la carga. Es igual a: Para 5 años o más.....2.0

Para 12 meses.....1.4

Para 6 meses.....1.2

Para 3 meses.....1.0

ρ' = Cantidad de acero en compresión al centro de la luz para elementos continuos y simplemente apoyados y en el apoyo para volados.

El parámetro λ depende del tiempo, a través del término ε , y de la geometría de la sección, a través del término ρ' .

2.2.57. Esfuerzo Cortante y Tracción Diagonal

El análisis del resultado de los esfuerzos cortantes en los componentes de concreto armado asciende a los 75 años y ha tenido más importancia desde el año 1946 hasta ahora. Este hecho es muy complicado y en él se consideran muchas variables.

Se han perfeccionado ejemplos matemáticos que intentan definirlo. A pesar de ello, no se ha logrado un basamento teórico que sea completamente compatible

con lo contemplado en la práctica. Por esta razón, generalmente las normativas en el mundo sustentan su formalidad para el plan en términos semi-empíricos.

El comportamiento cortante en las vigas de concreto armado se basa en la fuerza a tracción y la presión del concreto, posee como particularidad principal un tipo de falla no maleable. En estructuras antisísmicas hay interés en la capacidad de irrumpir en la maleabilidad del plástico, es por esta razón que el diseñador tiene que garantizar que no se produzca una falla por cortante e investigar la deficiencia por flexión, es por ello que la resistencia a cortante del componente tiene que ser un poco superior que la máxima resistencia a flexión que se pueda desarrollar.

Mayormente, los componentes de concreto armado se evalúan para soportar las sollicitaciones de flexión y seguidamente verificar su resistencia al corte. Cuando la sección no soporte el corte aplicado, se asegura con acero transversal. Únicamente cuando se trata de vigas cortas, en las que prevalezca el peralte a la luz, las medidas del componente se determinan en virtud de las sollicitaciones de corte. Los esfuerzos producidos en ella por flexión no afectan el plan.

2.2.58. Comportamiento de vigas de concreto armado sometidos a cortante.

El concreto armado antes grietarse actúa como un componente homogéneo. Sin embargo, esta fase es corta, es idóneo estudiarla con especificación ya que admite analizar el medio de creación de grietas y la tracción diagonal.

El comportamiento es elástico desde antes que se produzcan las primeras grietas de tracción por flexión, pero al incrementarse las cargas, la presión cortante provoca esfuerzos que superan la resistencia en tensión del concreto, provocando grietas diagonales a un nivel cercano de medio peralte. Esas grietas pueden presentarse en puntos donde no hay una fisura por flexión o generalmente pueden aparecer como continuidad de una grieta en flexión, que cambia en forma progresiva de dirección, inclinándose.

Al generarse la grieta de forma diagonal y expandirse hacia el bloque prensado, genera el colapso del componente lográndose la falla por tracción transversal; También puede darse el caso de que la falla se produzca por compresión del bloque de concreto, pues éste disminuye extenderse la grieta, este tipo como compresión es denominado cortante.

En zonas de alta fuerza cortante e instante flector reducido, se producen grietas en áreas próximas al eje neutro, y progresan al incrementar la carga externa, a estas grietas se les llama fisuras inclinadas de corte en el alma.

En las áreas donde se encuentra la fuerza cortante, pero el instante flector tiene un valor grande, las grietas transversales empiezan a producirse sobre las grietas verticales o grietas de flexión.

Disminución por ductilidad. Es por eso que es necesario que los componentes de sismo-resistencia de la estructura posean una adecuada docilidad.

Para obtener esto se tendrá que buscar que se produzcan fallas dúctiles y evitar las fallas frágiles. Por esta razón se considerará que en el plan de sismo-resistencia del elemento la resistencia cortante debe ser superior que la resistencia a flexión.

- El acero no podrá tener una calidad superior de 4200 Kg/cm².
- Los estribos deberán cerrarse con ganchos estándares a 135°.
- El esfuerzo cortante o V_u de los componentes sometidos a flexión se determinará partiendo de la sumatoria de las fuerzas cortantes relacionadas con el incremento de flexiones de las resistencias nominales (M_n) en la fuerza de la estructura estática equilibrada calculada para las cargas permanentes y los límites de luz libre del elemento.
- Estará conformado por estribos cerrados con un mínimo diámetro de 3/8".
- El primer estribo se ubicará en el centro de la dilatación S_0 ó 5 cm.
- La dilatación máxima en la franja de aislamiento no deberá ser más de $d/4$, mientras el menor diámetro de la barra longitudinal será multiplicado por 8.

2.2.59. Cálculo de los cortantes de diseño:

El cálculo de los cortantes de diseño se realiza usando la siguiente fórmula:

$$W_u = 1,25 (W_D + W_L) = 1,25(2,6+18) = W_u = 5,50 \text{ t/m.}$$

2.2.60. Diseño en zonas de mayor riesgo sísmico.

Se diseña para el esfuerzo cortante que se encuentra en la viga cuando los extremos logran un refuerzo en el componente de acero = αf_y y la que corresponde a las cargas gravitacionales.

2.2.61. Diseño de sistema de pisos:

En losas con una sola dirección, solo se realiza la evaluación por corte, no se realiza el diseño del refuerzo transversal. Así tenemos:

A. LOSA LLENA O MACIZA.

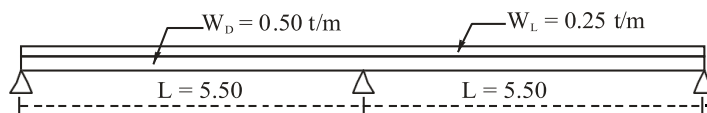


Figura 7: Diagrama d momentos flectores

Fuente Cutimbo, w 2016, p. 77

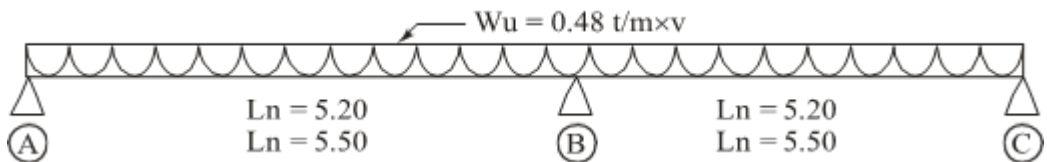
VIGAS 30x50

30x50

30x50

Esta losa se ha diseñado por flexión, usando los factores del código ACI, $e=17$ cm., $f_c'=210$ Kg./cm²; $f_y = 4200$ Kg./cm.

B. LOSA ALIGERADA



VIGAS 30x50

30x50

30x50.

Figura 8: Diagrama d momentos flectores

Fuente Cutimbo, w 2016, p. 77

La losa aligerada se ha diseñado por flexión, usando los factores del código ACI, $e=20$ cm, $f_c'=210$ Kg./cm², $f_y = 4200$ Kg./cm².

2.2.62. Efectos combinados a flexión y cortante.

2.2.62.1. El Agrietamiento:

Este hecho ocurre en la totalidad de los componentes que producen curvatura en las cargas de servicio. Su tamaño depende de la forma en que se distribuye el acero en tensión, si ésta es la indicada, estas fisuras serán diminutas.

Debe hacerse la inspección y registro de los anchos de la grieta para evitar la el desgaste del refuerzo y el que se afecte su aspecto estético.

La precisión extensa de la grieta es inexacta y hay varias teorías que intentan desarrollar el proceso de su constitución y estudio de su espesor; es por esto que se puede asegurar que la extensión de una fisura es proporcional a la altura del esfuerzo del acero en tensión (f_s), también depende de la efectividad del área del concreto alrededor de cada barra traccionada.

2.2.62.2. Adherencia.

La adherencia es un elemento esencial en la actuación del concreto armado, de no existir adherencia entre el concreto y el acero, no se lograría una viga de concreto compuesta como se quiere, debido a que el acero estaría separado del concreto, por lo tanto, la tesis del concreto armado ni el principio que afirman igual deformación entre acero y concreto tendrían validez.

Los principales procedimientos que posibilitan que se genere la adhesión entre esos dos elementos, acero y concreto, son la fricción, adherencia química, y la compresión que se obtiene entre contracciones de la viga y del concreto que posee alrededor.

2.2.62.3. Definición y función de Losa de entrepiso

Losas o placas de entrepiso son los elementos rígidos que separan un piso de otro, contruidos monolíticamente o en forma de vigas sucesivas apoyadas sobre los muros estructurales o columnas. Las losas o placas de entrepiso cumplen las siguientes funciones:

-Función arquitectónica: Separa unos espacios verticales formando los diferentes pisos de una construcción; para que esta función se cumpla de una manera adecuada, la losa debe garantizar el aislamiento del ruido, del calor y de visión directa; es decir, que no deje ver las cosas de un lado a otro.

-Función estructural: Las losas o placas deben ser capaces de sostener las cargas de servicio como el mobiliario y las personas, lo mismo que su propio peso y el de los acabados como pisos y revoques. Además, forman un diafragma rígido intermedio, para atender la función sísmica del conjunto.

2.2.62.4. Clasificación de las losas de entre piso

Según la dirección de la carga

- Losa en un sentido. - En la cual la relación de rectangularidad (Longitud/ ancho de losa) es mayor de 2, y la carga de la losa es transferida a las trabes de apoyo en una dirección. La construcción en un sentido incluye generalmente losas macizas sobre vigas o muros, losas nervadas de un sentido apoyadas sobre muros o muros de carga. (CURBELO, 2015)

- Losa en un sentido, trabe y vigueta. Este sistema consiste en una losa sólida, que se apoya en trabes de concreto que están espaciadas uniformemente. Las trabes, a su vez, se apoyan en viguetas en ángulos rectos a la trabe para transferir las cargas a las columnas. Este sistema proporciona generalmente la oportunidad de cubrir claros más largos que el sistema de dos sentidos, diseñando trabes y viguetas más peraltadas. (CURBELO, 2015)

- Losa de un sentido apoyada en trabes o en muros de carga. Este sistema es una modificación de la losa, del inciso anterior. Elimina las trabes secundarias (Ver Figura 2) El acero de refuerzo es relativamente simple, y la existencia de huecos no es en general una preocupación crítica. (CURBELO, 2015)

- Losa en un sentido con nervadura. Las losas nervadas de un sentido son una combinación monolítica de viguetas uniformemente espaciadas o nervaduras. Y una losa delgada colada en la obra para formar una unidad integral. Cuando las viguetas son paralelas se le denomina construcción de viguetas de un sentido. Las viguetas son agradables en aspecto arquitectónico y para los sistemas de apoyo mecánico, (CURBELO, 2015)

- Losa en dos sentidos. - En la que la relación de rectangularidad (Longitud/ ancho de losa) es entre 1 y 2, y la carga de la losa es transferida a las vigas de apoyo en dos direcciones. La construcción en dos sentidos incluye la placa plana, la losa plana, la losa reticular, y las losas en dos direcciones apoyadas en capitales. (CURBELO, 2015)

Losa aligerada armada en dos direcciones soportada en columna (reticular celularado). - La construcción de una losa reticular celularado consiste en filas de nervaduras de concreto en ángulo recto con paneles sólidos en las columnas. Las losas reticulares pueden usarse para claros de hasta 5 pies (15.2m), y se utilizan para obtener un plafón atractivo (CURBELO, 2015)

2.2.63.

2.2.64. Losas alivianadas mezclado con botellas de PET.

En el área de la construcción actualmente se implementan proyectos que ayuden a disminuir el problema del calentamiento global reciclando, reutilizando, ahorrando energía, protegiendo del ruido, en varias ciudades costeras se utilizan medidas de aislamiento térmico, para acondicionar edificios en épocas de calor.

Las botellas de tereftalato de polietileno (PET), pueden formar parte de casetones y ser utilizadas en la implementación de un sistema de aligeramiento de losas donde se tratará de disminuir costos en estructuras y disminuir la contaminación ambiental.

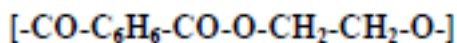
2.2.65.

2.2.66. Plástico Tereftalato de polietileno (PET),

El PET, cuyo nombre técnico es Polietileno Tereftalato, fue patentado como un polímero para fibra por J.R. Whinfield y J.T. Dickinson en 1941. Años más tarde en 1951 comenzó la producción comercial de fibra de poliéster. El PET es un material caracterizado por su gran ligereza, resistencia mecánica a la compresión y a las caídas, alto grado de transparencia y brillo, conserva el sabor y aroma de los alimentos, es una barrera contra los gases, es 100% reciclable y se identifica con el número uno, o las siglas PET, o "PETE" en inglés, rodeado por tres flechas en el fondo de los envases fabricados con este material, según el sistema de identificación SPI.

En resumen, es un plástico de alta calidad con posibilidad de ser reutilizable.

El PET se produce a partir del Ácido Tereftálico y Etilenglicol y su fórmula química es la siguiente:



Fuente: CHAUSIN, Manual de plásticos, Editorial Hispano Europa, Barcelona – España, 2002.

2.2.67. Propiedades generales del PET

Presenta como características más relevantes:

- Procesable por soplado, inyección, extrusión
- Transparencia y brillo con efecto lupa
- Barrera contra gases
- Cristalizable
- Esterilizable por gamma y óxido de etileno
- Alto grado de reciclabilidad
- Liviano
- Alta resistencia al desgaste y corrosión.
- Muy buen coeficiente de deslizamiento.
- Buena resistencia química y térmica.

Las propiedades físicas del PET y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sido las razones por las que el material haya alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y en la producción de una gran diversidad de envases, especialmente en la producción de botellas, bandejas, flejes y láminas.

2.2.68. Datos técnicos del PET

En las siguientes tablas se presentan los datos técnicos del PET, los cuales incluyen las propiedades Mecánicas, Eléctricas, Térmicas y Químicas.

Tabla 2

Propiedades mecánicas del PET

PROPIEDADES MECANICAS A 23°C	UNIDAD	ASTM	DIM	VALORES
Peso específico	g/cm ³	D-792	53479	1.39
Resistencia A la tracción (Fluencia/Rotura)	Kg/cm ²	D-638	53455	900/--
Resistencia a la compresión (1 y 2 % Deformación)	Kg/cm ²	D-695	53454	260/480
Resistencia a la Flexión	Kg/cm ²	D-790	53452	1450
Resistencia al choque sin entalla	Kg.cm/cm ²	D-256	53453	>50
Alargamiento a la rotura	%	D-638	53455	15
Módulo de Elasticidad (Tracción)	Kg/cm ²	D-638	53457	37000
Dureza	Shore D	D-2240	53505	85-87
Coef. De roce estático S/Acero		D-1894		--
Coef. De roce dinámico S/Acero		D-1894		0.20
Resistencia al desgaste por roce				MUY BUENA

Fuente : Industrias JQ(2015)

Tabla 3

Propiedades Térmicas del PET

PROPIEDADES TERMICAS	UNIDAD	ASTM	DIM	VALORES
Calor específico	Kcal/Kg.°C	C-351		0.25
Temperatura de Flexión B/Carga (18.5 Kg/cm ²)	°C	D-648	53461	75
Temperatura de uso continuo en aire	°C			-20 a 110
Temperatura de fusión	°C			255
Coefficiente de dilatación lineal de 23 a 100°C	Por °C	D-696	52752	0.00008
Coefficiente de conducción térmica.	Kcal/m.h.°C	C-177	52612	0.25

Fuente : Industrias JQ(2015)

2.3. CONCEPTOS TÉCNICOS

Cemento

Es un aglomerante que es el resultado de la calcinación de rocas de calizas, areniscas, y arcillas, de manera que se obtiene un polvo muy fino que en el contacto del agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes (Neville, 2014)

Compresión

Es el resultado de las tensiones o presiones presentes en un medio sólido o continuo deformable, caracterizado porque tiende a reducir el volumen del cuerpo y acortar el cuerpo en una dirección determinada.

Contaminación

Presencia o acumulación de sustancias en el medio ambiente que afectan el medio ambiente y las condiciones de vida, así como la salud o la higiene de los seres vivos.

Desecho

Representa todos los objetos, sustancias o materiales que quedan o se restan de algo que ha sido procesado, procesado o consumido y que no tiene uso, es decir, es inútil y, por lo tanto, debe eliminarse.

Dosificación

Determine las proporciones adecuadas de los materiales que componen el concreto para obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o para lograr una superficie o adhesión correcta. Generalmente expresado en kilogramos por metro cúbico (Kg / m^3).

Elemento a compresión

Pieza sometida a fuerzas de compresión longitudinal.

Flexión

Es el esfuerzo que resulta de aplicar fuerzas perpendiculares al eje mayor del elemento lo que tiende a doblarlo. La difracción crea una compresión en la parte cóncava del elemento y una tracción en la parte convexa opuesta.

Concreto

Elemento deformable formado por cemento, grava, arena y agua, en el estado plástico que adquiere la forma del recipiente, se produce una reacción química entre el cemento y el agua, esto provoca el fraguado de la mezcla y se convierte en un elemento rígido, ya que utiliza material de construcción y soporta grandes cargas de presión.

Reciclaje

El reciclaje es un proceso mediante el cual las materias primas a partir de las cuales ensamblamos los materiales utilizados en la vida cotidiana, como papel, vidrio, aluminio, plástico, etc., se transforman nuevamente en nuevos materiales al final de su ciclo de vida.

Residuos

Cualquier material que su fabricante o propietario considere inadecuado para retener. Basura, desechos artificiales, incluidos los desechos sólidos municipales.

Resistencia

Capacidad para resistir fuerzas aplicadas y fuerzas sin romperse, aceptando deformaciones permanentes o deteriorándose de cualquier manera.

Resistencia a rotura

Tracción, compresión o esfuerzo de cizalladura que puede resistir un material sin romperse. También llamada carga unitaria de rotura.

Resistencia a la tracción

Medida de la resistencia de un elemento o miembro estructural a las fuerzas flectoras. También llamada resistencia a la flexión.

2.4. Marco Legal

Normas Vigentes

La Constitución de la República del Ecuador 2008, Decreto Legislativo 0 Registro Oficial 449 de 20-oct.-2008 Última modificación: 01-ago.-2018 Estado: Reformado, es la norma marco que rige todo lo que se realiza dentro de la República del Ecuador, por lo que esta investigación se hace observancia a lo establecido en ella.

El Plan Nacional del Buen vivir es un documento que guía esta investigación, especialmente desde los siguientes objetivos:

Objetivo 3: Mejorar la calidad de vida de la población

3.8. Propiciar condiciones adecuadas para el acceso a un hábitat seguro e incluyente a. Garantizar el acceso libre.

3.10. Garantizar el acceso universal, permanente, sostenible y con calidad a agua segura y a servicios básicos de saneamiento, con pertinencia territorial, ambiental, social y cultural

3.11. Garantizar la preservación y protección integral del patrimonio cultural y natural y de la ciudadanía ante las amenazas y riesgos de origen natural o antrópico.

Esta investigación se basa en lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) NTE INEN 1 855-2:2002 la cual establece las especificaciones para la producción del hormigón elaborado en obra en estado fresco y no endurecido.

La norma INEN 872 establece los requisitos que deben cumplir los áridos utilizados para hormigón, y especifica los ensayos considerados obligatorios destinados para control y recepción. Nos ayudaremos de la norma ASTM C33 que establece los requisitos para granulometría y calidad de agregado grueso y fino (distinto de agregado liviano o pesado) para utilizar en concreto.

Al realizar las probetas de hormigón se deben realizar ensayo de consistencia siendo el más empleado el de Cono de Abrams por lo que necesitaremos de las normas NTE INEN 1578 - ASTM C143. El proceso de fabricación de las probetas de

hormigón, así como su curado está contemplado en las normas NTE INEN 1763 - ASTM C 31.

- NTE INEN 694:2010 Hormigón y áridos para elaborar hormigón. Terminología.

- NTE INEN 862:2011 Áridos para hormigón. Determinación del contenido total de humedad.

- NTE INEN 1 573:2010 Hormigón de cemento hidráulico.

 - Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes

 - Cilindro de concretos de cemento hidráulico 66.

- NTE INEN 1 576:2011 Hormigón de cemento hidráulico.

 - Elaboración y curado en obra de especímenes para ensayo.

- NTE INEN 1 578:2010 Hormigón de cemento hidráulico.

 - Determinación del asentamiento.

- INEN1 762:1990-06 Concretos. Definiciones y terminología

- NTE INEN1 763:2010 Hormigón de cemento hidráulico. Muestreo.

- NTE INEN1 855-1:2001 Concretos. Hormigón premezclado.

 - Requisitos.

- NTE INEN1 855-2:2002 Concretos. Hormigón preparado en obra.

 - Requisitos.

- NTEINEN2 528:2010 a Cámaras de curado, gabinetes húmedos, tanques para almacenamiento en agua y cuartos para elaborar mezclas, utilizados en ensayos de cemento hidráulico y hormigón. Requisitos.

- NTE INEN 2 535:2010 Cemento hidráulico, mortero y hormigón.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de la investigación

Según Hernández, Fernández y baptista en su libro metodología de la investigación, sexta edición del año 2014, habla del término experimental en la dimensión particular y en la dimensión general, así plantea varios ejemplos como experimentar con seres vivos siempre que se respeten los valores de ética Los diseños experimentales serán utilizados por el investigador cuando quiere establecer un efecto de una causa que será manipulada.

Este estudio investigativo tiene un diseño experimental dado que, se realizarán pruebas con las botellas de PET, es decir, se colocarán las botellas dentro de un modelo a escala de una losa maciza de tal manera que se reduzcan los espacios que de manera tradicional son llenados con hormigón, disminuyendo de esta manera significativamente el peso.

Se realizara de manera controlada para obtener una dosificación que logre mantener las características constructivas de la losa, se provocará situaciones representativas que se incluye las manipulaciones de las variables en condiciones controladas con el fin de tener resultados de correlaciones entre variable, en este caso en los laboratorios hay que realizar pruebas de rotura de cilindro, resistencia a la compresión, flecha máxima, , manipulando las dosificaciones para obtener los resultados según los objetivos planteados.

3.2. Enfoque

Hernández, Fernández y baptista plantean que la investigación cuantitativa o positivista es el conjunto de procesos secuenciales y probatorios, donde no se puede saltar o eludir pasos, que debe llevar un orden estricto, aunque se puede rediseñar alguna fase. De tal manera que de la idea que nace la investigación se va delimitando y nacen unas preguntas que son las que sistematizan la idea y a ellas se les da respuesta con los objetivos. De las preguntas se establece la hipótesis y determinan variables en un determinado contexto; se analizan datos obtenidos utilizando métodos estadísticos y se extraerá varias conclusiones respecto a cada objetivo y a la hipótesis.

Esta investigación se plantea de tipo cuantitativo dado que las técnicas e instrumentos están diseñados para la recolección, toma de información, datos y magnitudes numéricas entre las cuales podemos nombrar resistencia a la compresión, tiempo de construcción, espesor mínimo de concreto, la dosificación de los diferentes componentes de las mezclas de hormigón que se trabajaron durante los ensayos.

la cantidad de botellas PET que se utilizara en cada prueba entre otras, que ayudaran a determinar módulos mediante el campo estadístico, al final se medirán las variables y se analizaran los datos obtenidos en la investigación, todo este proceso se debe realizar de conformidad a lo establecido en la normas y procedimientos, sin relajar la observancia de las mismas, siguiendo un rígido proceso de toma de muestras.

3.3. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Técnica

Una vez determinada la forma y diseño apropiado se realizarán los estudios donde se tiene la siguiente etapa donde se recolectará los datos pertinentes, conceptos o variables de una unidad de muestreo.

Las técnicas que se ha utilizado esta investigación fueron los ensayos de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas, medición de tiempo de construcción de losas macizas de hormigón con adición de botellas PET, peso por metro cuadrado de losas maciza de acuerdo al espesor de la misma, espesor mínimo de hormigón y cantidad de botellas PET.

- ❖ Formato de laboratorio
- ❖ Ensayo de resistencia a la compresión ASTM C39
- ❖ Medición de peso por metro cuadrado de losa de acuerdo al espesor.
- ❖ Comportamiento de agrietamiento y flexión de la losa.

Instrumento

Un instrumento de medición tiene una confiabilidad a la cual se refiere al grado de aplicación repetida al objeto o mismo individuo produciendo resultados iguales.

Para este tipo de recolección se trata de obtener toda la mayor cantidad de información para que los resultados de los ensayos den favorables.

Los instrumentos utilizados en la investigación son:

- ❖ Laboratorio de mecánica de suelo y concreto
- ❖ Equipo de prensa hidráulica (ensayo a compresión)
- ❖ Medidor De Distancia Ultrasónico Con Puntero Laser
- ❖ Cintas métricas
- ❖ Formatos de laboratorio
- ❖ Fichas de observación

3.4. Procedimiento de recolección de datos

Una vez seleccionado el diseño de investigación apropiada y la muestra adecuada, según con el problema de estudio e hipótesis, en la siguiente etapa se recolectan los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de muestreo, análisis o casos. La recopilación de datos implica el desarrollo de un plan de proceso detallado que nos permita recopilar datos para un propósito particular. (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014)

Para esta investigación, el procedimiento se realizó en varias etapas, podemos indicar la primera etapa como el chequeo estructural para ver si era posible la reducción de una losa cuyo espesor inicial en concreto era de 20 cm y llevarla a 5 cm, para esto se ubicó un especialista en cálculos estructurales y se hizo el chequeo según las características de la losa, (**Ver Anexos**).

Luego se inició la recolección de botellas PET con capacidad de 1 y 2 litros de agua y cola, en varios centros de comidas rápidas, locales comerciales y tiendas, para luego hacer un proceso de enjuague y secado.

Se prestó fundamental atención en que cada botella tenga su tapa , la idea es que cuando estén dentro de la losa, no se aprisionen y mantengan la totalidad del aire dentro para tener un colchón de aire que sirva también de aislante térmico, finalmente se procedió a llevar las botellas a la ciudadela el condado donde se procedió a realizar amarres de con piola para hacer con las botellas una forma de cajonera que sustituye la de mortero que lleva la losa tradicional.

La siguiente etapa se basa en la preparación del y colocación del acero de refuerzo, manteniendo una viga de (0,20 m X 0,20 m) a lo largo del perímetro de la losa, manteniendo ese mismo espesor e toda la losa, además después de colocar las botellas

PET sobre el tablero, y colocando una parrilla de acero de refuerzo de diámetro 12 mm, armada en ambos sentidos con espacios de 0,10 m en ambos sentidos, manteniendo una loseta superior por arriba del acero de 0,03 m y 0,05 m de recubrimiento, cuidando de no mover las botellas al colocar el hormigón mezclado en concretera y con un diseño de mezcla de 210 kg/cm².

Luego se realizó las tomas de las pruebas de cilindros, llevarlos al laboratorio y se realizar las pruebas a la compresión de los diseños, todos estos ensayos de acuerdo a lo establecido en los procedimiento técnicos y normas vigentes, cumpliendo con el cronograma programado del proyecto, así como también, las fechas de la obtención de las probetas cilíndricas, fechas de las respectivas pruebas de resistencia a la compresión axial ASTM C39 (**Ver Anexos**).

y como etapa final es la del acabado final de la losa, dando acabado con cepillado por todo el alrededor de la losa, en la parte inferior es importante la colocación de la mezcla rustica y dejarla secar bien, para proceder con la capa del cepillado, dado que las botellas poseen una superficie lisa.

3.5. Población

La población es el conjunto de la mayoría de acontecimientos que están acorde con una serie de especificaciones, son todas las variables a estudiar, para así obtener un resultado final de la investigación. (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014)

La población de esta investigación está conformada por losas que se construyeron, y limitada en forma externa por el costo que supone la construcción de cada una de ellas y en forma interna por el volumen de la losa, es decir, inicialmente se plantea la construcción de un elemento tipo losa maciza alivianada con el uso de botellas PET, esta investigación se planteó construir una losa usando el mínimo de hormigón para obtener la mayor disminución de peso posible, dado que se busca llenar la mayor parte del volumen de la losa con las botellas PET, cuidando siempre de mantener el recubrimiento mínimo del acero de refuerzo, de tal manera que desde las 2 dimensiones del área, es decir, largo y ancho se ocupó todo el espacio disponible con las botellas tapadas, de tal manera que se realizó una losa con un espesor de hormigón en la parte superior de 0,03 m para la losa de 0,20 m de espesor total ya que según el

(J.Gonzales, 2016) nos dice que se utilizara este tipo de espesor para losas macizas y deben estar en un rango de $20 < \text{esp.losa} < 30\text{cm}$, de tal manera que el espacio ocupado por las botellas y el acero poseen 0,17 m y una segunda losa donde se varió el espesor del hormigón a 0,05 m, dejando para esta segunda losa 0,15 m de espesor entre las botellas y el acero de refuerzo.

Desde el punto de vista de la resistencia a la compresión del hormigón se tomaron cilindros de muestras a cada losa, 4 para cada losa, de tal manera que se obtuvieron 8 cilindros los cuales se ensayaron a los 7, 14, 21 y 28 días.

3.6. Muestra

La muestra es un subgrupo de elementos, caso o individuos de una población, las cuales se recolectarán datos relevantes de la población, las cuales darán resultados una cantidad representativa. (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014)

Cuando la población es pequeña la muestra es la misma población. (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014), en esta investigación la población es realmente pequeña y con características individuales bien definidas por lo que consideramos la muestra igual a la población, es decir, un total de 8 cilindros y 2 losas con diferente cantidad de hormigón y botellas PET..

3.7. Validez y confiabilidad

3.7.1. Validez

“La validez, en términos generales, se refiere al índice en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir” (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014)

En esta investigación los instrumentos de la recolección de datos que se utilizaron son 100% validos ya que se encuentran calibrados y acreditados por la universidad estatal de Guayaquil lo que garantiza la precisión de los instrumentos de ensayo.

3.7.2. Confiabilidad

La confiabilidad de un medidor se refiere al grado en que la aplicación repetida a la misma persona o elemento da como resultado los mismos resultados. (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014)

Para el presente trabajo de investigación se realizaron ensayos con equipos y herramientas totalmente calibrados y ajustado del laboratorio de LAMSCO Consultora, lo cual brinda resultados totalmente confiables y que garantiza la veracidad en el presente proyecto de investigación.

CAPÍTULO IV

INFORME FINAL

4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con respecto al primer objetivo general se procedió a realizar los cálculos de los diferentes pesos de las losas tanto de espesor de concreto de 3 cm como la de 5 cm, además del peso de la losa maciza de 20 cm de espesor, estos cálculos se presentan en las siguientes tablas:

4.1.2. CALCULOS REALIZADOS POR EL INVESTIGADOR DEL PESO DE LOSA MACIZA (20cm)

VOLUMEN DE CONCRETO (LOSA MACIZA)

$$V = V_{\text{horm}} - V_{\text{acero}}$$

$$1\text{m} \times 1\text{m} \times 0,2 = 0,2 \\ \text{m}^3$$

$$V = v_{\text{ho}} - V_{\text{acer}}$$

$$v = 0,2 - 3,221 \times 10^3$$

$$v = 0,197 \text{ m}^3$$

PESO DE LOSA MACIZA

$$W_{\text{ho}} = V \times \gamma_{\text{hor}}$$

$$W_{\text{ho}} = 0.197 \times 2400$$

$$W_{\text{ho}} = 472,80 \text{ kg}$$

$$W_{\text{losa}} = W_{\text{acero}} + W_{\text{ho}}$$

$$W_{\text{losa}} = 25,285 \text{ kg} + 472,80 \text{ kg}$$

$$W_{\text{losa}} = 498,085 \text{ kg}$$

Cálculos realizados por el investigador del peso de losa adicionándole botellas de material pet, espesor de hormigón 5cm y espesor de botella 15cm

VOLUMEN DE CONCRETO (LOSA CON BOTELLA PET)

$$V = V_{\text{horm}} - V_{\text{acero}}$$

$$0,2\text{m} \times 0,2\text{m} \times 3,2 = 0,128 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total}} = 0,146\text{m}^3$$

$$0,6\text{m} \times 0,6\text{m} \times 0,05\text{m} = 0,018 \text{ m}^3$$

$$V = v_{\text{ho}} - V_{\text{hacer}}$$

$$v = 0,146 - 3,221 \times 10^3$$

$$v = 0,148 \text{ m}^3$$

PESO DE LOSA MACIZA CON BOTELLA PET

$$W_{\text{ho}} = V \times \gamma_{\text{hor}}$$

$$W_{\text{malla}} = 2,792\text{kg/m}^2$$

$$W_{\text{ho}} = 0,148 \times 2400$$

$$W_{\text{ho}} = 355,20 \text{ kg}$$

$$W_{\text{losa}} = W_{\text{acero}} + W_{\text{ho}} + W_{\text{botella}}$$

$$W_{\text{losa}} = 30,869 \text{ kg} + 355,20 \text{ kg} + 1,34\text{kg}$$

$$W_{\text{losa}} = 387,409 \text{ kg}$$

Cálculos realizados por el investigador del peso de losa adicionándole botellas de material PET, espesor de hormigón 3cm y espesor de botella 17cm

VOLUMEN DE CONCRETO (LOSA CON BOTELLA PET)

$$V = V_{\text{horm}} - V_{\text{acero}}$$

$$0,2\text{m} \times 0,2\text{m} \times 3,2 = 0,128 \text{ m}^3 \qquad V_{\text{total}} = 0,139\text{m}^3$$

$$0,6\text{m} \times 0,6\text{m} \times 0,03\text{m} = 0,011 \text{ m}^3$$

$$V = v_{\text{ho}} - V_{\text{hacer}}$$

$$v = 0,139 - 3,221 \times 10^3$$

$$v = 0,136 \text{ m}^3$$

PESO DE LOSA MACIZA CON BOTELLA PET

$$W_{\text{malla}} = 2,792 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{ho}} = V \times \gamma_{\text{hor}}$$

$$W_{\text{ho}} = 0,136 \times 2400$$

$$W_{\text{ho}} = 326,40 \text{ kg}$$

$$W_{\text{losa}} = W_{\text{acero}} + W_{\text{ho}} + W_{\text{botella}}$$

$$W_{\text{losa}} = 30,869 \text{ kg} + 326,40\text{kg} + 1,519\text{kg}$$

$$W_{\text{losa}} = 358,788 \text{ kg}$$

Sin embargo, la última losa sufrió agrietamientos importantes lo cual por esta razón se descarta el tipo de conformación y dosificación de esta losa, por lo que procederemos analizar la losa tradicional y la losa de espesores de hormigón de 5 cm y espesor de botella de 15 cm.

Con respecto al segundo objetivo planteado se presenta el cálculo del chequeo estructural con cálculos realizados por el estudiante (En anexos ver el cálculo manuscrito):

El dato de V acero que se utilizará en el cálculo se obtiene de la siguiente manera:

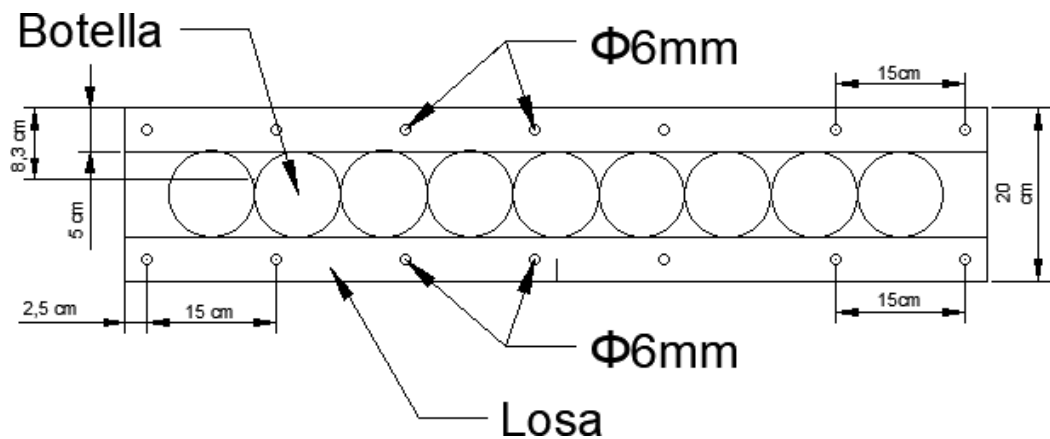


Figura 9: cálculo del chequeo estructural
Elaborado por: Mendieta M. 2019

Acero determinado para análisis del caso es establecido como requerimiento mínimo en la NEC 15 para vivienda dos pisos, por eso su aplicación en el caso de estudio.

b. Sistemas constructivos típicos con losas de mortero armado u hormigón armado

Se ilustran a seguir los sistemas constructivos con losas de mortero armado u hormigón armado con alma de poliestireno, mampostería ó con alma hueca:

- Losa alivianada con nervios en dos direcciones
- Losa maciza de hormigón
- Losas alivianadas con bloques de poliestireno
- Losa alivianada con nervios en una dirección (requiere consideraciones particulares en el cálculo y diseño estructural)

EXTRACTO DE NEC 15 PARA VIVENDA DE HASTA DOS PISOS

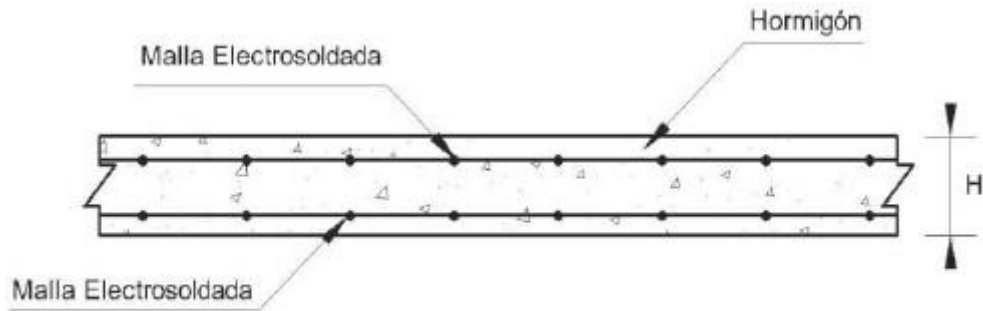


Figura 45: Losa maciza de hormigón

Figura 10: Losa maciza de hormigón
Elaborado por: Mendieta M. 2019

ESQUEMA DE LOSA EN NEC 15 PARA VIVIENDA DE HASTA DOS PISOS

Dentro los esquemas de armado de losas en la NEC 15 se establece el uso de malla electro- soldada para el análisis y diseño, se usó para el actual análisis $\Phi 6$ mm.

La densidad del hormigón usada para el cálculo es la teórica, observada en diversos textos tesis, de 2400 Kg/m³.

DISEÑO LOSA ALIVIANADA

Análisis de momento sobre losa

$$M = \frac{gl^2}{8}$$

Columnas 20 x 20

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

$$h = \frac{300}{18} = 16.66 \text{ cm} \approx 17 \text{ cm}$$

(*18 está en Norma ACI318)

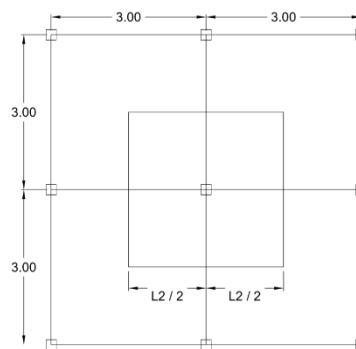


Figura 11: control de deformaciones

Elaborado por: Mendieta M. 2019

*(h = altura requerida para evitar deformación o deflexión donde 18 es por norma)

$$d = 17 - 3 \text{ cm} = 14 \text{ cm}$$

(Recubrimiento)

Revisión por resistencia

Peso propio $\gamma = 2400 \text{ kg / m}^3$ (peso específico del hormigón)
 $\gamma = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0.17$ (es espesor de losa) $= 408 \text{ kg/m}^2$

Carga viva $c.v. = 200 \text{ kg / m}^2$
Combinación 2: $q_u = 1.2 \text{ (C.D.)} + 1.6 \text{ (C.V.)}$
(Norma NEC) $q_u = 1.2 (408 + 100) + 1.6 (200)$
 $q_u = 929.6 \approx 930 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

*(C.D = Carga muerta)
*(C.V = Carga viva)

Cortante último

$$\frac{V_u}{m} = \frac{q_u \cdot l_n}{2} - q_{ud} = \frac{V_u}{m} = 930 \left(\frac{2.9}{2} \cdot 0.14 \right) = 188.79 \text{ kg/m}$$

*Cortante nominal

$$\phi V_c = \phi 0.53 \sqrt{f'_c} b_w \cdot d \rightarrow 0.75 (0.53) \sqrt{210} (100) (16.6)$$
$$\rightarrow 9562.13 \text{ kg / m} \quad \frac{V_u}{m} < \phi V_c$$

Momento para dos tramos

$$M_o = \frac{q_n l^2 l_n^2}{8} = \frac{930 (3) (2.9)^2}{8} = 2932.98 \approx 2.93 \text{ T - m}$$

Tabla 4: tabla coeficientes (según norma ACI)

CASO	MOMENTO TOTAL	MOMENTO DE FRANJA COLUMNA	INTERMEDIAS
Claro Borde			
Exterior (-)	$0,35 M_o = (2.9)^2 / 24$	$0,26 (2,93) = 0,76$	$0,21 M_o = 0,61$
Positivo	$0,52 M_o$	$0,31 (2,93) = 0,90$	
Interior (-)	$0,70 M_o$	$0,53 (2,93) = 1,55$	$0,17 M_o = 0,49$
Claro Interno			
Positivo	$0,52 M_o = (2.9)^2 / 16$	$0,21 M_o = 0,61$	$0,14 M_o = 0,41$
Negativo	$0,70 M_o = (2.9)^2 / 12$	$0,49 M_o = 1,44$	$0,16 M_o = 0,47$

Elaborado por: Mendieta M. 2019

Diagrama Momento

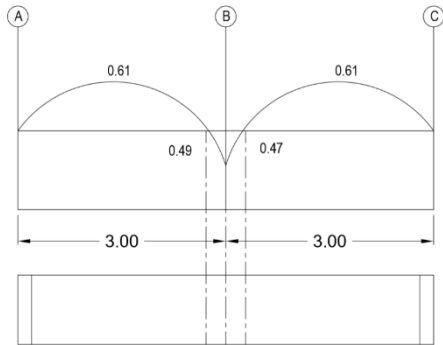


Figura 12: Diagrama de momento

Diagrama Cortante

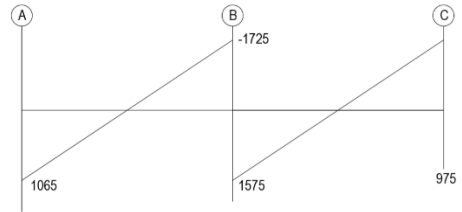


Figura 13: diagrama de cortante

Elaborado por: Mendieta M. 2019

Elaborado por: Mendieta M. 2019

Para 1 tramo

$$M_o = \frac{930 \times 3^2}{8} = 1046.25 \text{ kg} - m = 1.046 \text{ T} - m$$

$$V_o = 1395$$

$$V_o = \frac{ql}{2} = \frac{930(3)}{2}$$

Comprobación para ver si la sección es dúctil, capacidad de resistencia (deformarse un poco y regresa a su estado)

*Es deformación de acero

*Ecu deformación inicial

*compresión igual a la tensión

$$E_s = E_{cu} \left(\frac{d}{c} - 1 \right)$$

$$C = T$$

$$E_s > 0.005 \text{ (valor ya dado)}$$

$$T = 0.003 \left(\frac{14}{c} - 1 \right)$$

$$E_s = a = B1 - C$$

$$T = 0.277 > 0.005 \text{ (dúctil)}$$

B1 = Valor bloque Witmey

Fórmula Tensión y Compresión (Hormigón es resistente a compresión / Acero es resistente a tensión):

$$T = 0.85 f'c \cdot b \cdot a - C = A_s - f_y$$

$$B1 = 0.85 \quad C = \frac{0.15}{0.85} \quad a = \frac{0.28(5000)}{0.85(210)(50)}$$

$$\emptyset 6.6 \quad C = 0.18 \quad a = 0.15$$

$$F_y = 5000$$

Refuerzo para losa

$$* A_{s \text{ min}} = 0.0018 (300)(8.3) = \frac{4.482}{0.28 \text{ cm}^2} = \# 16 \quad s = 300 / 16$$

$$= 18 \text{ cm}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0.6)^2}{4}$$

↙ ↘
Ø 6 mm

Ø 6 c / 15 cm

*** As diseño con momento**

$$M_o = 0.61 T - m \times 1000 = 610 \text{ kg.m}$$

$$W = \frac{M \times 100}{0.85 (bw)(d)^2 f'c}$$

$$M_i = 0.49 T - m \times 1000 = 490 \text{ kg.m}$$

$$w = \frac{610 \times 100}{0.85 (50)(8.3)^2 (210)} = 0.099$$

$$l = \frac{w \cdot f'c}{f_y} = \frac{0.099 (210)}{5000}$$

$$l = 4.17 \times 10^{-3}$$

$$A_s = l \cdot bw \cdot h = \frac{1.73 \text{ cm}^2}{0.28 \text{ cm}^2} = 6$$

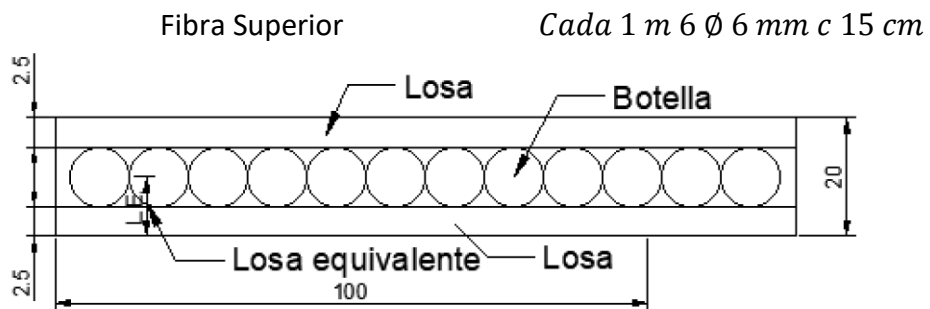


Figura 14: refuerzo para losa

Elaborado por: Mendieta M. 2019

Un tramo Diagrama corte

Para los 3 metros

$$M_o = 2.00 T - m$$

$$W = \frac{2.000 \times 100}{0.85 (300)(8.3)^2 (210)}$$

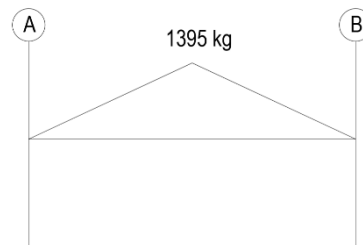


Figura 15: diagrama de corte

Elaborado por: Mendieta M. 2019

$$W = 0.054$$

$$l = \frac{w \cdot f'c}{fy} = \frac{0.054 (210)}{5000} = 2.27 \times 10^{-3}$$

$$As = 2.27 \times 10^{-3} \cdot 300 \times 8.3$$

$$As = 5.67 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas = \frac{5.67 \text{ cm}^2}{0.28 \text{ cm}^2} = 20$$

Esparcimiento cada varilla

$$s = 300/20$$

$$s = 15 \text{ cm}$$

Para corroborar los datos obtenidos en este chequeo se realizó una corrida en el programa de cálculo estructural ETABS (**ver anexos pág. 100**)

Cálculos:

Con relación al tercer objetivo específico Contrastar el peso de la losa maciza usando botellas plásticas de PET (Polietileno Tereftalato) con el peso de la losa maciza construida con el sistema tradicional. Se obtiene lo siguientes datos

DIFERENCIAS DE PESOS

$$\Delta w = W \text{ losa tradicional} - W \text{ Losa espesor 5 cm}$$

$$\Delta w = 498,085 \text{ kg} - 387,409 \text{ kg}$$

$$\Delta w = 110,676 \text{ kg}$$

$$498,085 \quad \longrightarrow \quad 100\%$$

$$110,676 \text{ kg} \quad \longrightarrow \quad X$$

$$X = (110,676 \times 100\%) / 498,085$$

$$X = 22,22\%$$

4.1.3 RESISTENCIA OBTENIDA

Para el presente trabajo de investigación se utilizó una resistencia de 210 kg/ cm² obteniendo los siguientes datos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5: diseño de hormigón

Dosificación para Hormigón de f'c = 210kg/cm²

Parihuela	0,4 m
	0,4 m
	0,2 m
	0,032 m³

Agregados	Pesos (Kg)	Densidad (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Masa Unitaria Suelta (kg/m ³)	Dosificación para un saco de cemento (kg)	Volumen por saco de cemento	Dosificación en parihuela
Cemento GU	480	2990	0,16		50	50	Kg 50 Cemento
Piedra 19mm	736	2611	0,28	1370	76,67	0,056	1,7 Parihuelas
Piedra 12mm	184	2604	0,07	1340	19,17	0,014	0,4 Parihuelas
Arena Rio	704	2680	0,26	1515	73,30	0,048	1,5 Parihuelas
Agua	200	1000	0,20		20,8	20,8	20,8 Litros
Aditivo	4,8	1100	0,00		0,50	0,500	0,50 Litros
Aire			0,02				
Total	2308		1,00				

**Elaborado por:
Mendieta M. 2019**

Los resultados obtenidos de la rotura del cilindro de hormigón en la resistencia a la compresión dieron como resultado 216 kg/ cm² a los 28 días (ver anexos pág. 110).

En el diseño de hormigón que se utilizó es una resistencia de 210kg/cm², en lo cual se obtuvo una resistencia mayor a la diseñada que es de 216kg/cm² obteniendo un porcentaje a favor de del 2.86 % así mejorando nuestra resistencia.

CONCLUSIONES

- Con respecto al primer objetivo específico, Determinar la cantidad optima de botellas plásticas PET (Polietileno Tereftalato), para su utilización en la construcción de losas macizas, se busca colocar la mayor cantidad de botella para sustituir la mayor cantidad volumen de hormigón y de esta manera alivianar el mayor peso posible de la losa, sin embargo al colocar espesores de menos de 3 cm de hormigón y 17 cm de PET la losa presento agrietamientos importantes que la pueden llegar al colapso por lo que la cantidad optima maximizada es de 1,34 kg de botellas PET colocadas en un volumen de 0,018m³ además se obtienen importantes cambios en el gradiente térmico proporcionado por el colchón de aire el interno de las botellas.

- Respecto al segundo objetivo específico, Analizar el comportamiento estructural de la losa maciza utilizando botellas plásticas de PET (Polietileno Tereftalato) recicladas. Atraves de este análisis estructural se pudo definir el espesor de hormigón optimo, deben mantenerse espesores que no lleguen a los 3 cm de espesor dado a que presenta agrietamientos importantes, un espesor recomendable es de 5 cm donde se aprecia un buen comportamiento estructural y se logran importantes reducciones de peso de la losa.

- Para finalizar con el tercer objetivo específico, Contrastar los pesos de una losa maciza y una losa usando botellas plásticas PET (Polietileno Tereftalato) recicladas, se concluye que se alivian la losa en un 22,22% con respecto a la losa tradicional.

- El uso de botellas PET reducirá el peso de las losas macizas de construcción manteniendo buenas propiedades constructivas, efectivamente una losa construida con botella PET es un 22,22% más liviana que una losa maciza tradicional y mantiene unas buenas características constructivas.

RECOMENDACIONES

➤ Con respecto al primer objetivo específico se recomienda a los nuevos investigadores estandarizar el uso de botellas en cuanto a su tamaño y su volumen de manera tal, que se pueda obtener un peso y un volumen por cada unidad y de esta manera conseguir valores más exactos en cuanto a la cantidad óptimas de botellas necesarias.

➤ En el caso de segundo objetivo se recomienda a los investigadores que realizaran investigaciones en este ámbito ensayar con 4cm de espesor de hormigón, y si es posible adicionar algún aditivo al espesor de 3 cm que garantice la no ocurrencia de grietas en la losa, dado que el cálculo estructural arroja que se puede utilizar espesores de 3cm

➤ Con respecto al tercer objetivo específico se recomienda a los nuevos investigadores, realizar un modelo a escala de la losa y colocarlas sobre los apoyos que permita saber cómo varían las dimensiones de estos apoyos con la reducción de peso de la losa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(s.f.).

APEL. (jueves de Abril de 2018). Obtenido de <http://apel.ec/biblioteca/guayaquil-ordenanza-para-regular-el-plastico-de-un-solo-uso/>

BeBritanico. (Agosto de 2019). Obtenido de [Britanico.edu.pe](http://www.britanico.edu.pe):
<https://www.britanico.edu.pe/blog/por-que-sorbetes-daninos-medio-ambiente/>

BURGOS. (2014). *LOS POLIMEROS*. BURGOS.

CHOQUE, I. W. (OCTUBRE,2016). *CONCRETO ARMADO*. LIMA.

CURBELO, B. J. (2015). *CONCRETO ESTRUCTURAL REFORZADO Y CONCRETO ESTRUCTURAL SIMPLES*.

Diario El Comercio. (02 de agosto de 2018). A tomar las bebidas a pico y sin sorbete. (D. Bravo, Ed.) *Diario El Comercio*. Recuperado el 12 de septiembre de 2019, de <https://www.ultimasnoticias.ec/las-ultimas/bebidas-sorbete-campana-quito-iniciativa.html>

Diario El Comercio. (09 de junio de 2018). Quito desecha 277 toneladas de plástico al día. (A. Medina, Ed.) *Diario El Comercio*. Recuperado el 13 de septiembre de 2019, de <https://www.elcomercio.com/actualidad/desecho-diario-plastico-basura-quito.html>

Diario El Universo. (12 de febrero de 2019). Iniciativas para frenar la contaminación del mar con residuos plásticos en Ecuador. (M. Moncada, Ed.) *Diario El Unvierso*. Recuperado el 14 de septiembre de 2019, de <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/02/12/nota/7186112/iniciativas-disminuir-contaminacion-mares-rios-ecuador>

Diario Responsable. (05 de junio de 2018). Cada año se vierten en los océanos 8 millones de toneladas de plástico. *Diario Responsable*. Recuperado el 12 de septiembre de 2019, de <https://diarioresponsable.com/noticias/26450-cada-ano-se-vierten-en-los-oceanos-8-millones-de-toneladas-de-plastico>

El Diario.es. (30 de junio de 2017). El mundo compra un millón de botellas de plástico por minuto que acaban en vertederos o en el mar. (S. L. Taylor, Ed.) *El diario.es*. Recuperado el 12 de septiembre de 2019, de https://www.eldiario.es/theguardian/compra-botellas-plastico-mayoria-vertederos_0_659684375.html

EL TELEGRAFO. (Febrero de 2019). Obtenido de www.eltelegrafo.com.ec:
<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/ordenanza-sustitucion-plasticos-sorbetes-guayaquil>

EL UNIVERSO. (Julio de 2018). Obtenido de www.eluniverso.com:
www.wluniverso.com/vida/nota/uso-sorbetes-plasticos-esta-debate-mundial

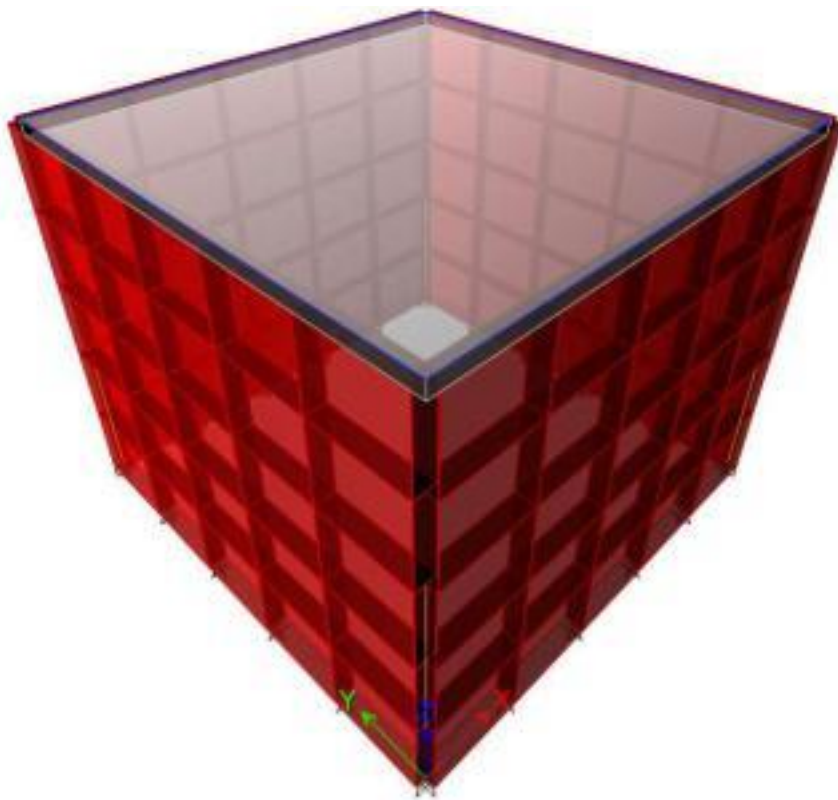
- HANNA, A. (2005). *SISTEMA DE CIMBRA PARA CONCRETO*. MEXICO.
- HERNANDEZ, F. Y. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN*. MEXICO.
- HERNANDEZ, F. Y. (2014). *Metodologia de la Investigacion*. MEXICO.
- HERNANDEZ, F. Y. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN*. MEXICO.
- <https://www.ifeelmaps.com/blog/2017/01/conoce-la-clasificacion-de-plasticos>. (2017).
Obtenido de Ifeelmaps.
- J.Gonzales, I. (2016). *Diseños y calculo de losas*. Mexico.
- Naciones Unidas. (29 de agosto de 2018). *ONU Programa para el Medio Ambiente*. (N. Unidas, Editor) Recuperado el 12 de septiembre de 2019, de América Latina reacciona al problema de las pajitas plásticas:
<https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/america-latina-reacciona-al-problema-de-las-pajitas-plasticas>
- Peréz, J. M. (2015). *La edad de los polimeros , un mundo de plastico*. Burgos - España.
- Perez, J. M. (2015). *La Edad de los Polimeros. Un Mundo Plastico*. Burgos.

ANEXOS

ANEXO 1 : CORRIDA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL EN PROGRAMA ETABS

REVISION PROPUESTA LOSA ALIVIANADA

MODELO 3D



PROYECTOS ESTRUCTURALES

ENERO 2020

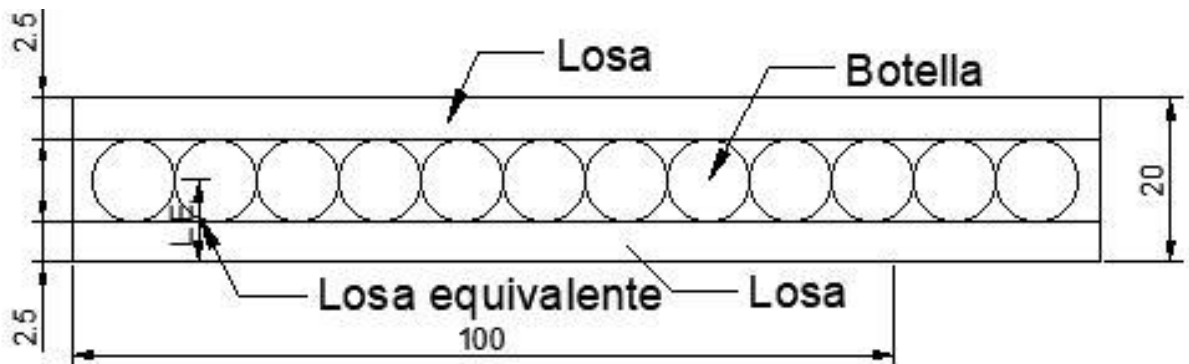


ING. CARLOS LEON RODRIGUEZ

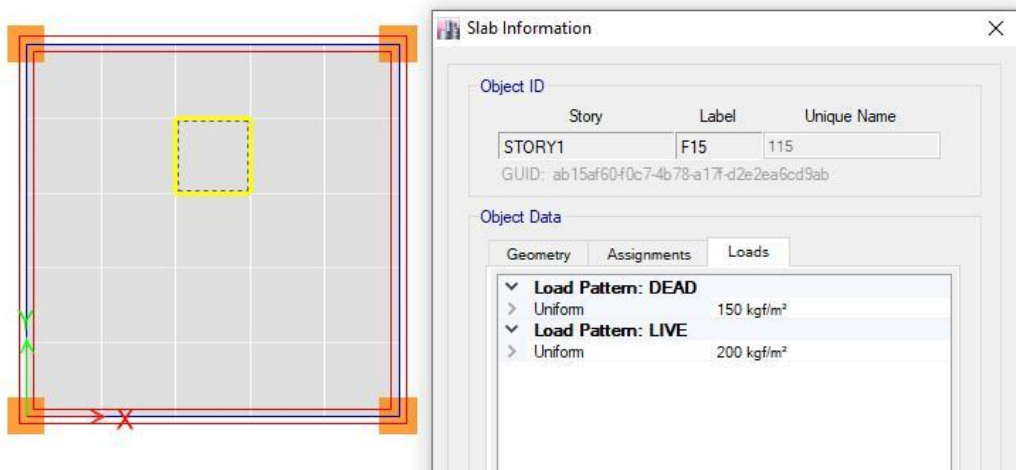
Cdla. Ferroviaria José Murillo Miró (Calle 4ta.) y Malecón del Salado
Telf. 2220481-2221190
e-mail: arqlzoila@gmail.com carlosleon_ing@yahoo.com

Revisión losa alivianada de 20 cm (sistema losa macisa) donde cumpla con requerimientos a tracción, corte, deflexión.

Se propone el uso de botellas de plástico en la losa para alivianar el sistema.



Losa equivalente = 8.3 cm



Cargas aplicadas a la losa en revisión

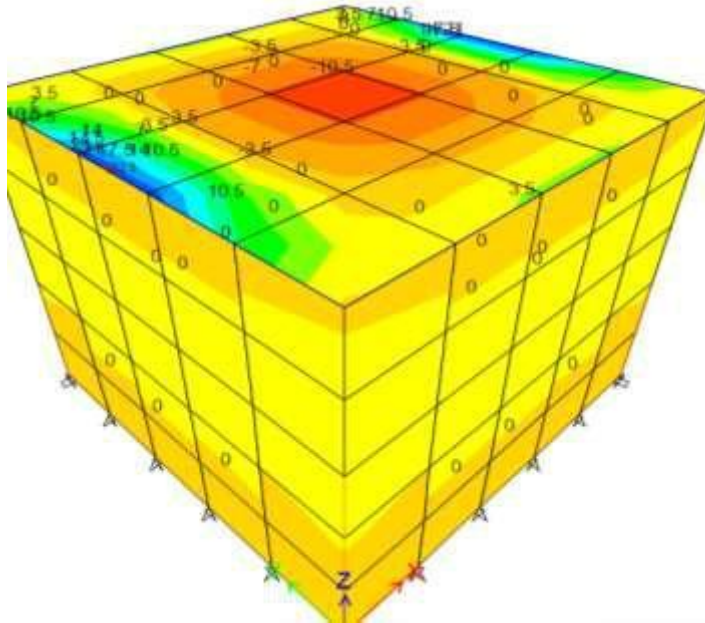


ING. CARLOS LEON RODRIGUEZ

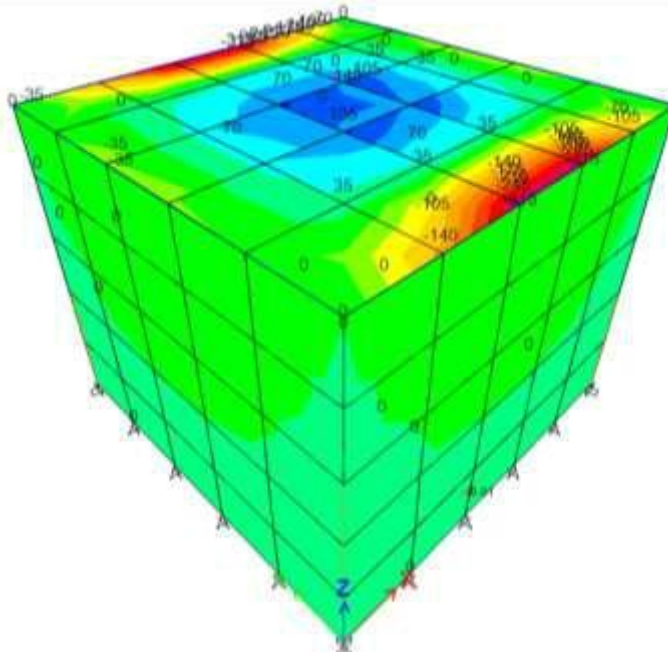
Cdla. Ferroviaria José Murillo Miró (Calle 4ta.) y Malecón del Salado

Telf. 2220481-2221190

e-mail: arqlzoila@gmail.com carlosleon_ing@yahoo.com



Esfuerzo máximo en la losa = 22 kg/cm²

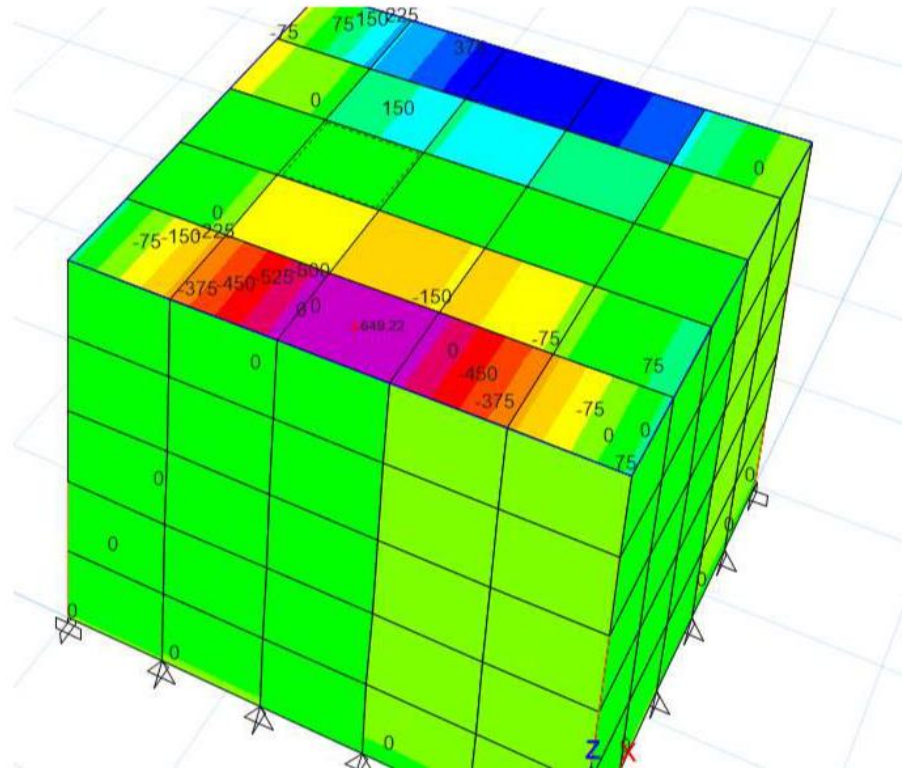


Maximo momento Mu = 315 Kg-m



ING. CARLOS LEON RODRIGUEZ

Cdla. Ferroviaria José Murillo Miró (Calle 4ta.) y Malecón del salado
 Telf. 2220481-2221190
 e-mail: arqlzoila@gmail.com carlosleon_ing@yahoo.com



Cortante en losa Vu = 650 kg

<p>Espesor de losa requerido para una luz de 3m (formula de ACI 318)</p>	<p>Siendo $h = \frac{L}{24}$</p> <p>$h = 15$</p> <p>Siendo $8.3 \cdot 2 = 16.6 > 15$ OK</p>
<p>Cuantía de acero requerida para diseño</p> $A_s = \frac{0.85 \cdot f_c \cdot A_g \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{M_u}{\phi \cdot 0.85 \cdot f_c \cdot A_g}}\right)}{f_y}$ <p>$= 0.9 \cdot 318212.1$</p> <p>$= 210 / 2$</p> <p>$= 100$</p> <p>$= 16.6 ()$</p> <p>$= 5000$</p>	<p>$= 0.00031$</p>
<p>Acero de diseño requerido</p>	<p>$= 0.00031 \cdot 100 \cdot 16.6$</p> <p>$= 0.52 \cdot 2$</p>



ING. CARLOS LEON RODRIGUEZ

Cdla. Ferroviaria José Murillo Miró (Calle 4ta.) y Malecón del salado
 Telf. 2220481-2221190
 e-mail: arqlzoila@gmail.com carlosleon_ing@yahoo.com

<p>8.6.1.1 318</p> <p>Se propone $\Phi = 6$ mm cada 15 cm de separación</p>	<p>$= 0.002$</p> <p>$= 0.0020 \cdot 100 \cdot 16.6$</p> <p>$= 3.32 \text{ cm}^2$</p> <p>Siendo 6 varillas cada metro por lo cual se obtiene un As de 1.692 cm² por 2 (malla superior e inferior) igual a 3.384 cm² Siendo $3.38 > 3.32 \text{ cm}^2$</p>
<p>Revisión por esfuerzo (Resistencia)</p>	<p>El acero de las varillas tiene un capacidad de deformación de 5000 kg/cm² siendo mayor a la deformación que se encuentra en la losa en revisión</p>
<p>Revisión por corte</p> <p>$>$</p> <p>$= +$</p> <p>$= 0.172 \cdot \dots$</p> <p>$=$</p>	<p>$= 0.94$</p> <p>$= 18041.75$</p> <p>$= 18041$</p> <p>Siendo $V_u < V_n$ Ok</p>

Recomendaciones

- a) Redefinir la armadura que se colocará en el sentido longitudinal del elemento, tanto en la cara superior como inferior, la cual deberá ser como mínimo la correspondiente al acero mínimo establecido para flexión en losas macizas (Tabla 7.6.1.1 ACI 318S-14).
- b) Complementar el acero requerido para los máximos momentos determinados (positivos y negativos) descontando la cantidad de acero real determinada en el paso anterior.
- c) Definir las longitudes de desarrollo del refuerzo, de conformidad al capítulo 25 del ACI. Por ejemplo, todas las varillas (superior e inferior) que parten del borde del elemento, deben prepararse con un doblar a 90° de una longitud igual a $12 d_b$ (tabla 25.3.1 ACI 318S-14).
- d) Realizar pequeños ajustes de las distancias de distribución de los aceros; siempre y cuando aquello no provoque una disminución del acero requerido a flexión en cada sección.
- e) Optimizar el diseño procurando no utilizar demasiados tipos de figuración y diámetros del acero.



ING. CARLOS LEON RODRIGUEZ

Cdla. Ferroviaria José Murillo Miró (Calle 4ta.) y Malecón del salado
Telf. 2220481-2221190
e-mail: arqlzoila@gmail.com carlosleon_ing@yahoo.com

Conclusiones

- Cumple satisfactoriamente los estados **límite de resistencia** bajo la Norma ACI 318.
- Cumple revisión de tracción, esfuerzo y corte.

Ing. Carlos León Rodríguez

Reg. Prof. 09-1165

ANEXO 2 : CALCULOS HECHOS A MANO

II

$E_s = E_{cu} \left(\frac{d}{c} - 1 \right)$
 $E_s > 0.005$
 $E_s = \alpha + \beta + c$
 $\beta = \text{valor bloque Witney}$
 $0.85 f'_c \cdot b \cdot a = A_s \cdot f_y$

$\phi = 0.85$ $\beta = \frac{0.15}{0.85}$ $a = \frac{0.28(5000)}{0.85(210)(30)}$
 $\phi = 0.18$ $a = 0.15$

$\phi 16$
 $f_y = 5000$

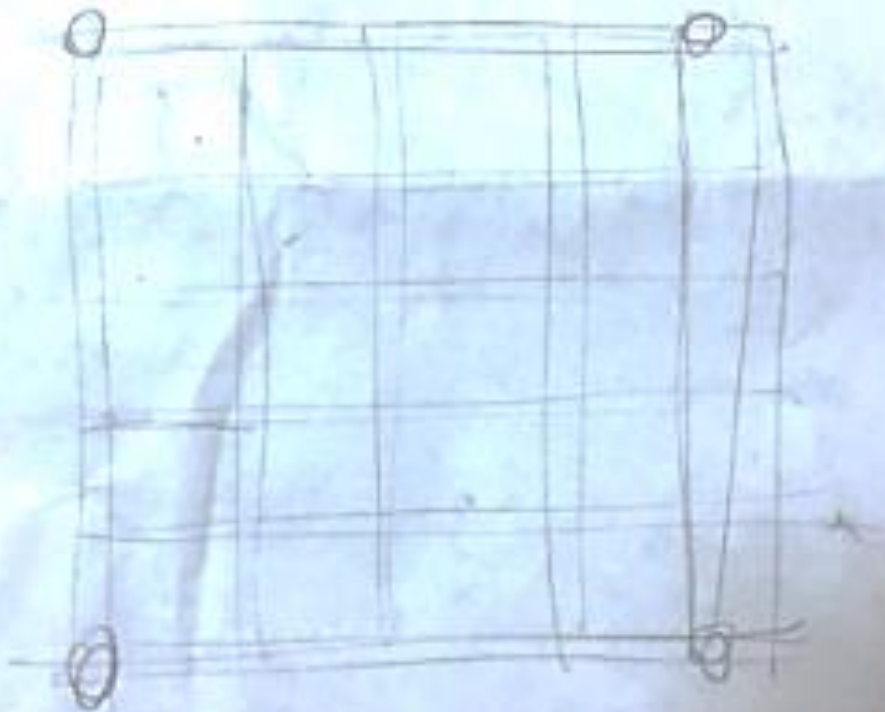
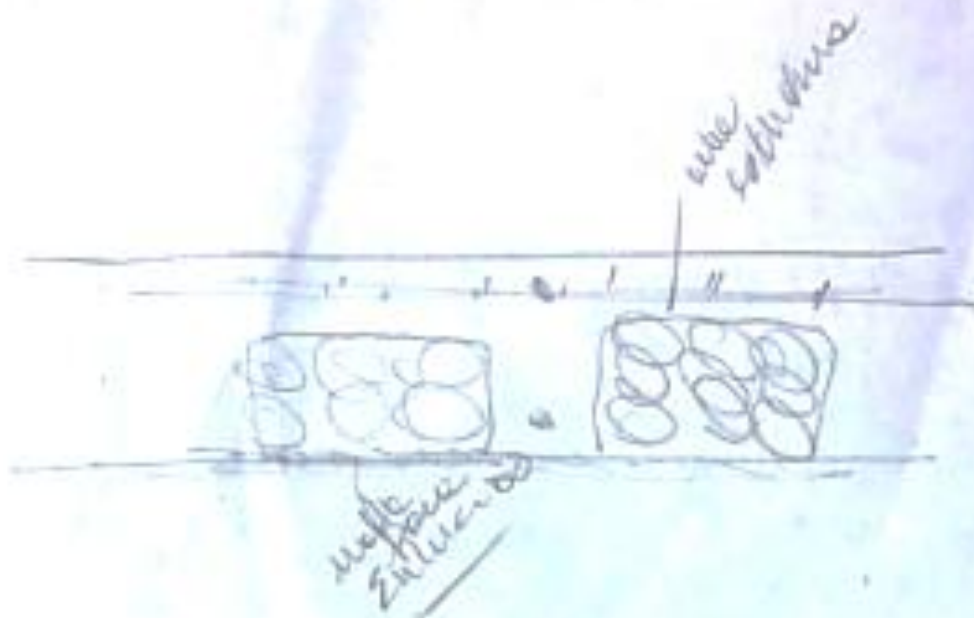
Refuerzo para losa
 $A_{s, \text{min}} = 0.0018(300)(83) = \frac{4.482}{0.28 \text{ cm}^2} = \phi 16 \quad s = 300/16 = 18 \text{ cm}$

$\phi 16 \text{ c/18 cm}$

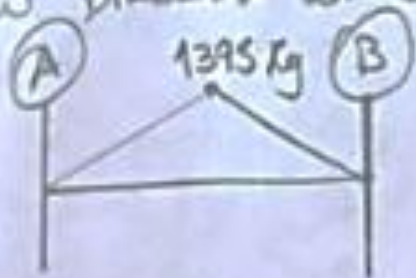
• Aslas con momento
 $M = 0.61 \text{ T} \cdot \text{m} \times 1000 = 610 \text{ kg} \cdot \text{m}$
 $M = 0.49 \text{ T} \cdot \text{m} \times 1000 = 490 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$w = \frac{M \times 100}{0.85 f'_c (b_w) (d)^3 / c}$
 $w = \frac{610 \times 100}{0.85(60)(8.28)^3(30)} = 0.099$
 $f = \frac{w \cdot f'_c}{f_y} = \frac{0.099(210)}{5000}$
 $f = 4.17 \times 10^{-3}$
 $A_s \cdot f \cdot b_w \cdot h = \frac{1.73 \text{ cm}^2}{0.78 \text{ cm}^2}$
 Cada m 6 $\phi 6 \text{ mm c/18 cm}$

• Fibra superior



UN TRAMO DIAGRAMA CORTES



Para los 3 metros

$$M_0 = 2,00 \text{ T-m}$$

$$w = \frac{2,000 \times 100}{0,85 (300) (8,3)^2 (710)}$$

$$w = 0,054$$

$$l = \frac{w \cdot l^3}{f_y} = \frac{0,054 (210)}{5000} = 2,27 \times 10^{-3}$$

$$A_s = 2,27 \times 10^{-3} \times 300 \times \cancel{500} \times 8,3$$

$$A_s = 5,67 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ varillas} = \frac{5,67}{0,28} = 20 \text{ varillas}$$

espaciamiento cada varilla

$$s = 300/20$$

$$s = 15 \text{ cm}$$

1. Diseño losa planada

ETABS

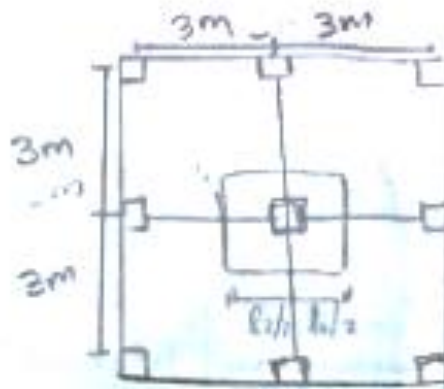
1. Análisis de momento sobre losa

$$M_o = \frac{q l_i^2}{8}$$

columnas 20x20

l_i = 3 m

$$f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$$



$$h = \frac{300}{18} = 16,66 \text{ cm} \approx 17 \text{ cm} \quad (\text{control de deformaciones})$$

$$d = h - 3 \text{ cm} \approx 14 \text{ cm}$$

Revisión por resistencia

Peso propio $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$ (Peso específico del hormigón)

$$\gamma = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,17 = 408 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva e.v. = 200 kg/m²

$$\text{ombg: } q_u = 1,2(G.D.) + 1,6(G.V.)$$

$$q_u = 1,2(408 + 200) + 1,6(200)$$

$$q_u = 929,6 \approx 930 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Cortante máximo

$$\frac{V_u}{m} = \frac{q_u \cdot l_u}{2} - q_{ud} = \frac{V_u}{m} = 930 \left(\frac{2,9}{2} \cdot 0,14 \right) = 188,79 \text{ kg/m}$$

$$\checkmark \phi V_c = \phi 0,53 \sqrt{f'c} b_w d \rightarrow 0,75(0,53) \sqrt{260} (100)(16,6)$$

$$\rightarrow 9562,13 \text{ kg/m} \quad \frac{V_u}{m} < \phi V_c$$

ANEXO 3 : PRUEBAS DE LABORATORIO



Contratista: MARLON MENDIETA
 Obra: PROTOTIPO DE LOSA PARA TESIS
 Dirección: LA JOYA
 Fecha: 02 de Mayo de 2019
 Informe: 36514

DISEÑO DE HORMIGON DE 210kg/cm²

REQUERIMIENTOS TECNICOS DE DISEÑO:

- f'c* 20,7 Mpa 210 Kg/cm2
- Edad 28 días
- Tamaño máximo de agregado: 19 mm 3/4 Pulgada
- Hormigón de vertido directo.

Revenimiento: 10 cm

Grado de Control Muy Bueno

DATOS FISICOS DE COMPONENTES:

- Cemento Rocafuerte Tipo: IP Densidad relativa: 3,05
- Agua: Potable Red: AMAGUA Densidad relativa: 1,00

AGREGADO GRUESO

FUENTE- Piedra color blanquecina ,proporcionada por el contratista

AGREGADO FINO:

FUENTE: Arena Color gris ,proporcionada por el contratista

TAMAÑO MAXIMO ("): 3/4

GRAVEDAD ESPECIFICA: 2580

D.S.S.S.: 2637 Kg/m3

ABSORCIÓN: 2,21 %

HUMEDAD: 0,9 %

P.V.S.: 1327 Kg/m3

P.V.V.: 1537 Kg/m3

GRAVEDAD ESPECIFICA: 2527

D.S.S.S.: 2626 Kg/m3

ABSORCIÓN: 3,92 %

HUMEDAD: 10,4 %

P.V.S.: 1288 Kg/m3

MODULO DE FINURA: 2,45

Ver Tabla A A/C 0,53

Contenido de Agua necesaria efectiva:

Ver tabla B

Agua: 205 Kg/m3

Contenido necesario de cemento:

Cemento: 387 Kg

Canfildad dle ,agregado grueso. ACI 211 Ver tabla C

Volumen compactado d4 preñada grueso: 0,67

MUC 1537

agregado grueso 1030 Kg/m3

Volúmenes Absolutos Parciales: Cemento

127 dm3

Agua efectiva 205 dm3

Agregado grueso 391 dm3

LAMSCO CONSULTORA
 Laboratorio de Suelos y Materiales
 de Construcción Cia. Ltda.

Ing. Francisco Cordova Jaime
 Reg. Prél 01-09032



CUADRO DE RESULTADOS DE PESOS VOLUMETRICOS SUELTO Y VARILLADO

Contratista: MARLON MENDIETA
Obra: PROTOTIPO DE LOSA PARA TESIS
DIRECCION: LA JOYA
Fecha: 02 de Mayo de 2019
Informe: 36514

Material: Piedra color blanquecina , proporcionada por el contratista

PESO VOLUMETRICO SUELTO

Peso muestra+recipiente 1:	19644 g	Peso recipiente:	7370	g
Peso muestra+recipiente 2:	19710 g	Volumen Recipiente:	9265	cc
Peso muestra+recipiente 3:	19830 g			
Peso muestra+recipiente prom.	19661 g			

Peso Volumétrico Suelto: $\frac{\text{Peso muestra + reciplenta} - \text{Peso recipi} \bullet \text{ente}}{\text{Volumen recipiente}}$

Peso Volumétrico Suelto: 1327 Kg/m3

PESO VOLUMETRICO VARILLADO

Pesomuestra+recipiente 1:	21610 g			
Peso muestra+recipiente 2:	21680 g	Peso Recipiente:	7370	g
Peso muestra+recipiente 3:	21546 g	Volumen Recipiente:	9265	cc
Peso muestra+recipiente prom.	21612 g			

Peso Volumétrico Varillado: $\frac{\text{Pesomuestra} \bullet \text{ recipiente} - \text{Pesa recipiente}}{\text{Volumen recipiente}}$

Peso Volumétrico Varillado: 1537 Kg/m3

LAMSCO CONSULTORA
Laboratorio de Suelos y Materiales
de Construcción Cia. Ltda.

Ing. Francisco Cordova Juane
Reg. Prof. 01-09032



Contratista: MARLON MENDIETA
 Obra: PROTOTIPO DE LOSA PARA TESIS
 DIRECCION: LA JOYA
 Fecha: 02 de Mayo de 2019
 Informe: 36514

Aire Incluido 20 dm3 Ver tabla B
 Volumen Parcial 742 dm3

Volumen requerido de arena:
 258 dm3
 Peso de arena:
 677 Kg

Agua de absorción de áridos:
 Agregado grueso.
 Agregado fino. 14 kg
 16 kg

DISEÑO FINAL:

Cemento	Tipo	IP	387	kg / m3	Sacos	7,7
Agua total			205	kg / m3	A/C	0,53
Agregado grueso			1030	kg / m3		
Agregado fino			677	kg / m3		
			2298	kg / m3		

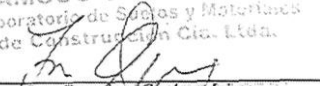
PESO DE MATERIAL PARA 1 SACO DE CEMENTO

CEMENTO: 50
 PIEDRA: 133,14
 ARENA: 87,46
 AGUA: 26,50
 %AIRE: 2

CAJONETAS: PARA 1 SACO DE CEMENTO

1 saco de cemento					Altura
VOLUMEN DE PIEDRA	0,1004	3	CAJONETAS DE 0.4*0.4*	0,21	
VOLUMEN DE ARENA	0,0679	2	CAJONETAS DE 0.4*0.4*	0,21	
Agua (litros):	26,5	litros			

Nota: Este diseño es teórico, por lo que se debe de realizar las respectivas roturas a los 7,14 y 28 días.

LAMSCO CONSULTORA
 Laboratorio de Suelos y Materiales
 de Construcción Cía. Ltda.

 Ing. Francisco Cordova Jaime
 Reg. Prof. 01-09032



CUADRO DE RESULTADOS

NOMBRE: MARLON MENDIETA
 Obra: PROTOTIPO DE LOSA PARA TESIS
 DIRECCION: LA JOYA
 Fecha: 02 de Mayo de 2019
 Informe: 36514

Material: Arena Color gris, proporcionada por el contratista

Peso Inicial: 500 g
 Pesomatraz+agua+muestra 958,3 g
 Peso matraz+agua: 648,7 g
 Peso saco: 481,12 g

Gravedad Especifica = 2,527
 Gravedad Especificaca Aparente 2,626
 Adsorción = 3,92%

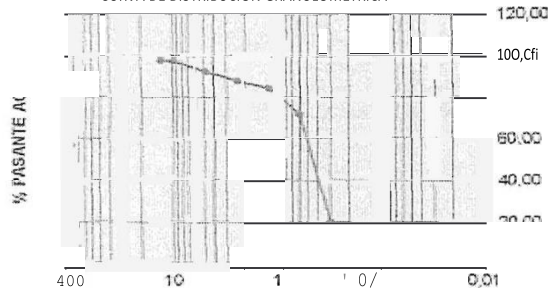
CALCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso Húm. * tara	251,00	Peso Húm.+ tara	662,00
Peso seco * tara	230,50	Peso Tara	73,73
Peso Agua	20,40	Peso Saco	532,76

CALCULO GRANULOMETRICO

INEN (mm)	ASTM			
19		0,0	100,00	0,00
12,7	3/8"	12,2	97,71	2,29
		14,3	97,32	
4,75	# 4	40,8	82,34	
		64,8	87,82	2,68
9,5	# 8/5	82,1	84,59	15,41
0,600	# 30			28,21
0,300	# 50			79,77
0,150	# 100			97,19
0,075	# 200	526,7	0,76	
2,76				2,45

CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



LAMSCO CONSULTORA
 Laboratorio de Suelos y Materiales
 de Construcción Cia. Ltda.

Ing. Francisco Córdoba Jaime
 Reg. Prof. 01-09032



CUADRO DE RESULTADOS DE PESOS VOLUMETRICOS
SUELTO Y VARILLADO

Contratista: MARLON MENDIETA
Obra: PROTOTIPO DE LOSA PARA TESIS
DIRECCION: LA JOYA
Fecha: 02 de Mayo de 2019
Informe: 36514

Material: Arena Color gris ,proporcionada por el contratista

PESO VOLUMETRICO SUELTO

Peso muestra+recipiente 1:	19309 g	Peso recipiente:	7370	g
Peso muestra+recipiente 2:	19284 g	Volumen Recipiente:	9265	cc
Peso muestra+recipiente 3:	19322 g			
Peso muestra+recipiente prom.	19305 g			

Peso Volumétrico Suelto:
$$\frac{\text{Peso muestra + recipiente} - \text{Peso recipiente}}{\text{Volumen recipiente}}$$

Peso Volumétrico Suelto: 1288 kg/m3

LAMSCO CONSULTORA
Laboratorio de Suelos y Materiales
de Construcción Cía. Ltda.

Ing. Francisco Cordova Jaime
Reg. Prof. 01-09032



Guayaquil, Mayo 23 de 2019
INFORME: 022M-CH2019

PARA: MARLON MENDIETA

PROYECTO: LA JOYA — PROTOTIPO LOSA MACIZA

NORMA: INEN 1573 / ASTM C39 RESISTENCIA: f_c : 210 Kg/cm²

CILINDRO		REV. CM	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	DIAS	RESISTENCIA			OBSERVACION	
TOMA	MIXER					MPA	KG/CM ²	%	ELEMENTO	HORM.
T-1			16-may	23-may	7	15.14	154	74	Losa prototipo Losa maciza	
1										

NOTA: Los cilindros fueron proporcionados por el interesado

LAMSCO CONSULTORA
Laboratorio de Suelos y Materiales
de Construcción Cía. Ltda.

Ing. Francisco Cordova Jaime
Reg. Prof. 01-09032

PARA: MARLON MENDEIETA

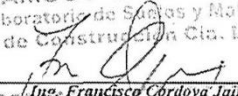
PROYECTO: LA JOYA — PROTOTIPO LOSA MACIZA

NORMA: INEN 1573 / ASTM C39 RESISTENCIA: f_c : 210 Kg/cm²

TOMA	CILINDRO	REV.	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	DIAS	RESISTENCIA			OBSERVACION	
						MPA	KG/CM ²	%	ELEMENTO	HORM.
	T-1		16-may	23-may	7	15,14	154	74	Losa prototipo	
	1			30-may	14	18,18	185	88	Losa Maciza	
3				06-jun	28	21,22	216	103		

NOTA: Los cilindros fueron proporcionados por el interesado

LAMSCO CONSULTORA
Laboratorio de Suelos y Materiales
de Construcción Cía. Ltda.


Ing. Francisco Cordova Jaime
Reg. Prof. 01-09032

ANEXO 4: MEZCLA DE MATERIALES



ANEXO 5: COLOCACIÓN DE BOTELLAS DE PLÁSTICO



ANEXO 6: ARMADO DE ACERO DE REFUERZO.



ANEXOS 7: FUNDICIÓN DE LOSA





ANEXO 8: FISURA DE LOSA

