

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**



**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**



**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS  
DE LOS MATERIALES**

**PROYECTO DE GRADO II (Mención Estructuras)**

***“COMPARACIÓN DE LA EHE Y ACI EN EL DISEÑO DE VIGAS  
RECTANGULARES Y COLUMNAS CORTAS RECTANGULARES”***

**POR:**

**JUAN CARLOS SALINAS BEJARANO**

**TARIJA DICIEMBRE - 2009**

## ÍNDICE

### CAPITULO I

	Pág.
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.1 Identificación del problema	3
1.2.2 Formulación del Problema	4
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	4
1.3.1 justificación técnica	4
1.3.2 justificación económica	4
1.4 ALCANCE DEL ESTUDIO	5
1.5 SITUACIÓN ACTUAL	5
1.6 OBJETIVOS	6
1.6.1 objetivo general	6
1.6.2 objetivo específico	6
1.7 METAS Y RESULTADOS A ALCANZAR	7

### CAPITULO II

#### INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN	8
2.1.1 FUNDAMENTO TEÓRICO	8
2.1.1.1 CONCEPTO DE ESFUERZO A FLEXIÓN	8
2.1.1.2 CONCEPTO DE ESFUERZO CORTE	8
2.2.1.2 CONCEPTO DE PANDEO	8
2.2 NORMAS QUE SE COMPARAN	9
2.2.1 JUSTIFICACIÓN DE LAS NORMAS ELEGIDAS PARA LA COMPARACIÓN	9
2.2.2 NORMAS CBH-87 Y EHE	10

<b>2.3 DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS TEÓRICOS</b>	<b>11</b>
<b>2.3.1 NORMA EHE</b>	<b>11</b>
<b>2.3.1.1 FACTORES DE CARGA</b>	<b>11</b>
<b>2.3.1.1 DISEÑO A FLEXIÓN</b>	<b>12</b>
<b>2.3.1.2 DIAGRAMAS TENSIÓN DEFORMACIÓN HORMIGÓN</b>	<b>13</b>
<b>2.3.1.3 DIAGRAMA TENSIÓN DEFORMACIÓN DEL ACERO</b>	<b>13</b>
<b>2.3.1.4 DOMINIOS DE DEFORMACIONES DE LAS SECCIONES</b>	<b>14</b>
<b>2.3.1.5 USO DE TABLAS UNIVERSALES DE CÁLCULO PARA SECCIONES RECTANGULARES.</b>	<b>18</b>
<b>2.3.1.6 TABLA UNIVERSAL DE FLEXIÓN SIMPLE O COMPUESTA</b>	<b>18</b>
<b>2.3.2 FLEXIÓN SIMPLE. CÁLCULO PRÁCTICO DE SECCIONES RECTANGULARES</b>	<b>21</b>
<b>1. ECUACIONES DE EQUILIBRIO</b>	<b>21</b>
<b>2. DIMENSIONAMIENTO DE SECCIONES EN FLEXIÓN SIMPLE</b>	<b>22</b>
<b>3. DIMENSIONAMIENTO ÓPTIMO DE SECCIONES</b>	<b>27</b>
<b>2.4 DISEÑO VIGAS A CORTE</b>	<b>29</b>
<b>2.4.1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>29</b>
<b>2.4.2 ACORTAMIENTO POR COMPRESIÓN OBLICUA DEL ALMA</b>	<b>30</b>
<b>2.4.3 AGOTAMIENTO DE PIEZAS CON ARMADURA DE CORTANTE</b>	<b>30</b>
<b>2.5 COLUMNAS</b>	<b>32</b>
<b>2.5.1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>32</b>
<b>2.5.2 COMPRESIÓN SIMPLE</b>	<b>33</b>
<b>1. EXCENRICIDAD MÍNIMA DE CÁLCULO</b>	<b>33</b>
<b>2. CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN Y DEL ACERO</b>	<b>34</b>
<b>2.5.3 FÓRMULAS PRÁCTICAS DE COMPRESIÓN SIMPLE</b>	<b>35</b>
<b>2.5.4 DISPOSICIONES RELATIVAS A LAS ARMADURAS</b>	<b>36</b>

<b>1. ARMADURAS LONGITUDINALES</b>	<b>37</b>
<b>2.5.5 CUANTÍAS LÍMITES</b>	<b>38</b>
<b>2.5.6 ARMADURAS TRANSVERSALES</b>	<b>38</b>
<b>2.5.7 PANDEO DE PIEZAS COMPRIMIDAS DE HORMIGÓN</b>	
<b>ARMADO</b>	<b>40</b>
<b>1 DEFINICIONES. LONGITUD DE PANDEO Y ESBELTECES</b>	<b>40</b>
<b>2.5.8 VALORES LÍMITES PARA LA ESBELTEZ</b>	<b>41</b>
<b>2.6 NORMA ACI-2005</b>	<b>43</b>
<b>2.6.1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>43</b>
<b>2.6.1.1 FACTORES DE CARGA</b>	<b>43</b>
<b>2.6.1.2 FACTORES DE REDUCCIÓN DE CAPACIDAD</b>	<b>43</b>
<b>2.6.2 ANÁLISIS DE VIGAS SOMETIDAS A FLEXIÓN</b>	<b>44</b>
<b>2.6.3 ETAPA DE HORMIGÓN NO AGRIETADO</b>	<b>44</b>
<b>2.6.4 ETAPA DEL HORMIGÓN SE ENCUENTRA AGRIETADO</b>	<b>45</b>
<b>2.6.5.- ETAPA DE LA RESISTENCIA ÚLTIMA.</b>	<b>46</b>
<b>2.6.6 MOMENTO DE AGRIETAMIENTO</b>	<b>48</b>
<b>2.6.7 DISEÑO DE VIGAS RECTANGULARES</b>	<b>49</b>
<b>2.6.8 DISEÑO DE VIGAS SIMPLEMENTE REFORZADAS</b>	<b>51</b>
<b>2.6.9 CONDICIÓN DE VIGA BALANCEADA</b>	<b>52</b>
<b>2.7 PORCENTAJE MÍNIMO DE ACERO</b>	<b>54</b>
<b>2.8 DISEÑO DE VIGAS CON ARMADURA DE</b>	
<b>ARMADURA DE COMPRESIÓN</b>	<b>55</b>
<b>2.3 DISEÑO DE VIGAS A CORTE</b>	<b>58</b>
<b>2.3.1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>58</b>
<b>2.3.2 RESISTENCIA DEL HORMIGÓN AL CORTE</b>	<b>58</b>

<b>2.3.3 AGRIETAMIENTO O DEL HORMIGÓN ARMADO POR CORTANTE</b>	<b>59</b>
<b>2.3.4 DISEÑO DE VIGAS HORMIGÓN ARMADO POR CORTANTE</b>	<b>60</b>
<b>2.3.5 REQUISITOS DEL CÓDIGO ACI PARA EL DISEÑO A CORTE DE VIGAS.</b>	<b>62</b>
<b>2.3.6 DISEÑO DE COLUMNAS COTAS RECTANGULARES</b>	<b>63</b>
<b>2.3.6.1.1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>63</b>
<b>2.3.6.2 CENTROIDE PLÁSTICO</b>	<b>65</b>
<b>2.3.6.3 COLUMNAS CORTAS CON CARGA AXIAL</b>	<b>66</b>
<b>2.3.6.4 DISEÑO DE COLUMNAS CORTAS SOMETIDAS A CARGA AXIAL Y FLEXIÓN</b>	<b>68</b>
<b>2.3.6.5 CONDICIÓN DE FALLA BALANCEADA</b>	<b>70</b>
<b>2.3.6.6 REFUERZO MAXIMO Y MINIMA EN COLUMNAS</b>	<b>70</b>
<b>2.3.6.7 DISTRIBUACION DEL ACERO LONGITUDINAL Y TRASNVERSAL</b>	<b>71</b>
<b>2.3.6.8 ESPACIAMIENTO VERTICAL DE LOS ESTRIVOS</b>	<b>71</b>
<b>2.4 DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS TEÓRICOS</b>	<b>71</b>
<b>2.5 ANÁLISIS DE LA INGENIERÍA DEL PROYECTO</b>	<b>73</b>
<b>2.5.1 DISEÑO DE VIGAS RECTANGULARES</b>	<b>73</b>
<b>2.5.2 DISEÑO DE COLUMNAS CORTA RECTANGULARES</b>	<b>73</b>
<b>2.6 INSTRUMENTOS DE AYUDA</b>	<b>73</b>

**CAPITULO III**  
**INGENIERÍA DEL PROYECTO**

<b>3.1 DISEÑO DE VIGA A FLEXIÓN NORMA EHE</b>	<b>74</b>
<b>3.2 DISEÑO DE VIGA A FLEXIÓN NORMA ACI</b>	<b>76</b>
<b>3.3 GRAFICA COMPARACIÓN A FLEXIÓN EHE Vs ACI</b>	<b>78</b>
<b>3.4 TABLAS COMPARATIVAS DE PORCENTAJE EHE Vs ACI</b>	<b>79</b>
<b>3.5 DISEÑO A CORTE NORMA EHE</b>	<b>80</b>

<b>3.6 DISEÑO A CORTE NORMA ACI</b>	<b>82</b>
<b>3.7 GRAFICA COMPARACIÓN A CORTE EHE Vs ACI</b>	<b>84</b>
<b>3.8 DISEÑO DE COLUMNA CORTA NORMA EHE</b>	<b>85</b>
<b>3.9 DISEÑO DE COLUMNA CORTA NORMA ACI</b>	<b>87</b>
<b>3.10 GRAFICA COMPARACIÓN EHE Vs ACI DISEÑO CALUMAS</b>	<b>89</b>
<b>3.11 EJEMPLO DE DISEÑO A FLEXIÓN NORMA EHE</b>	<b>90</b>
<b>3.12 EJEMPLO DE DISEÑO A FLEXIÓN DE LA NORMA ACI</b>	<b>93</b>
<b>3.13 CUADRO COMPARATIVO DISEÑO FLEXIONA EHE Vs ACI</b>	<b>94</b>
<b>3.14 EJEMPLO DE DISEÑO A CORTE NORMA EHE</b>	<b>95</b>
<b>3.15 EJEMPLO DE DISEÑO A CORTE NORMA ACI</b>	<b>96</b>
<b>3.16 CUADRO COMPARATIVO DISEÑO CORTE EHE Vs ACI</b>	<b>97</b>
<b>3.17CALCULO DE INTERACCIÓN DE COLUMNA NORMA ACI</b>	<b>98</b>

#### **CAPITULO IV**

#### **RESULTADOS**

<b>4.14.1 ANÁLISIS DE LA INGENIERÍA DEL PROYECTO</b>	<b>103</b>
--	------------

#### **CAPITULO V**

#### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

<b>5.1 CONCLUSIONES</b>	<b>107</b>
<b>5.2 RECOMENDACIONES</b>	<b>108</b>