PROGRAMA AUTOMATIZADO DE DISEÑO DE VIGAS DE GRAN PERALTE DE CONCRETO REFORZADO

C. Federico De Jesús Rivera ¹	M. en C. Ramiro Ruiz Silva ²	Dr. Roberto Arroyo Matus ³	M. en C. Víctor Hugo Muñoz García ⁴	Dra. Norma Arroyo Domínguez ⁵
fde_1978@hot	savertodo@hot	Arroyomatus	Vicmu-8@hot	norarroydo@g
mail.com	mail.com	hotmail.com	mail.com	mail. com

ABSTRACT

The present work is based in the elaboration of a software that it enables to accomplish structural analysis of a beam raised the edge of consistent basically in providing the data of analysis how materials, enter of what you are in the resistance of concrete and the steel in addition to the factors of resistance for flexion, for cutting and tension. The software is generated in the visual programming language BASIC three, that compactible in Excel like spreadsheet is included like tool of work. The Program attempts to be an instrument automatized of the analysis of beams of great camber of reinforced concrete. You are based on the technical complementary standards.

RESUMEN

El presente trabajo está basado en la elaboración de un software que permite realizar análisis estructural de una viga peraltada, consiste básicamente en proporcionar los datos de análisis, cómo materiales entre de lo que están: la resistencia del concreto y el acero, además de los factores de resistencia por flexión, por cortante y la tensión. El software está generado en el lenguaje de programación visual basic tres, que se incluye como herramienta de trabajo compactible en Excel como hoja de cálculo. El Programa busca ser un instrumento automatizado del análisis de vigas de gran peralte de concreto reforzado. Se basa en las Normas Técnicas Complementarias.

ÁREA TEMÁTICA

Ingeniería civil, Ingeniería Constructor.

PALABRAS CLAVE

Vigas de gran peralte, Diseño de viga

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se analiza un "Programa Automatizado de Diseño de Vigas de Gran Peralte de Concreto Reforzado" PADVGP, mismo que para su elaboración se recabó la información de las Normas Técnicas Complementarias de D.F 2017, así como del libro titulado "Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado" del Dr. Oscar M. González Cuevas. A través de muchos estudios, llevados a cabo en diferentes instituciones relacionadas con la ingeniería estructural, se propuso un método para el diseño de este tipo de elementos, basado en una serie de pruebas experimentales que permitieron definir sus mecanismos de falla y su comportamiento estructural ante diferentes tipos de solicitación, como fuerzas flexionantes y cortantes, así como sus deflexiones.

Toda esta experiencia fue vertida por investigadores, principalmente de Nueva Zelanda y Estados Unidos, de tal forma que actualmente, el reglamento mexicano ha adoptado estas experiencias y se pueden proponer elementos estructurales más eficientes y seguros. El trabajo que se desarrolla en este artículo, plantea la posibilidad de aprovechar todo ese conjunto de experiencias, vertidas ahora en una norma y la posibilidad de emplear esas recomendaciones en un software de manejo interactivo y práctico, basado en un lenguaje de programación de Visual Basic tres utilizado por la hoja de cálculo Excel.

Para dar seguridad en su aplicación, se realizaron diferentes pruebas, hasta corregir los errores, sin embargo, no debe olvidarse que en el proceso de diseño seguirá siendo de gran importancia la intuición, la experiencia del calculista y de su capacidad creativa, por lo que esta herramienta deberá emplearse sólo como un medio de optimización del recurso tiempo del desarrollo de los cálculos necesarios y de su verificación. Con el trabajo también se busca que sea aprovechado por estudiantes y por quien desee emplear esta herramienta de diseño estructural. Toda persona que se especializa en el área de diseño de estructuras, es imprescindible contar con herramientas de comprobación que brinden mayor confiabilidad para obtener un óptimo resultado. De esta manera, con el

Programa Automatizado para Vigas de Gran Peralte de Concreto Reforzado, se pretende aportar una herramienta eficiente y precisa en la especialidad de estructuras de concreto, por lo que su aporte tecnológico es apropiado.

ANTECEDENTES

- Durante miles de años la humanidad construyó numerosas estructuras sin ninguna base teórica, utilizó únicamente su experiencia y la intuición. Naturalmente la experiencia resultó un método importante pero lento y desastroso, pues la historia de los accidentes de construcción fue realmente terrible.
- Galileo fue la primera persona que se preocupó por los conceptos del cálculo estructural. Probablemente el interés de Galileo por la resistencia de las vigas estuvo motivado en su experiencia como asesor de los Astilleros de Venecia para la construcción de barcos. "El desarrollo de la experimentación y también de los conocimientos sobre esfuerzo cortante, ha sido muy lento en aquellos correspondientes a la compresión centrada y a la flexión simple.
- Esto en parte, debido a la complejidad del fenómeno, el gran número de variables que intervienen es este tipo de resistencia y probablemente también al hecho de que el dimensionamiento del esfuerzo cortante no tiene una gran consecuencia en el aspecto del costo de las estructuras de concreto.
- Sin embargo, las investigaciones y los avances comenzaron desde el principio del concreto reforzado donde se destacan dos grandes personajes que deben ser recordados con relación a este tema: El ingeniero Alemán Mörsch y el ingeniero Suizo Ritter.
- Muy probablemente ambos llegaron a la misma conclusión en épocas coincidentes, pero el hecho de que el esquema de Mörsch aparezca con más frecuencia en los textos, se debe a que, en el año de 1902, Mörsch publicó su libro titulado "La Construcción en concreto Armado su teoría y práctica". Ritter fue el primero en utilizar el concepto de tracción diagonal en el alma, planteado una semejanza con la celosía en 1899. (Rojas Reyes, 2014).



Figura.1.0 Modelo de celosía propuesto para evaluar el comportamiento de un elemento sometido a esfuerzos y cortante.

1. PROGRAMA BÁSICO SIMPLIFICADO PARA EL DISEÑO DE VIGAS

Con el diseño de vigas de gran peralte se pretende obtener información y características para el diseño de vigas exclusivamente de gran peralte a través de los métodos de diseño por flexión, revisión por fuerza cortante, revisión de esfuerzos de aplastamiento en los apoyos y el refuerzo mínimo en el alma de la viga. indudablemente en un tiempo relativamente corto con resultados precisos, tomando en consideración que será un instrumento de comprobación en proceso manual de diseño.

DEFINICIÓN DE VIGA

Se considera viga de gran peralte (viga pared o diafragma), aquella viga cuya relación de claro libre entre apoyos a altura total, (Ln/ h), no excede de 2.5, si son vigas continuas de varios claros o inferior que 2.0 si constan de un solo claro libremente apoyada. Si la cuantía As/b*d es menor o igual que 0.008, su resistencia a flexión se puede calcular considerando la expresión siguientes señaladas en la NTC-2017, para determinar su momento resistente.

 $M_R = F_R * A_S * fy * z \dots 2$

FR= 0.90 Para flexión y tensión directa.
FR=0.80 Para fuerza cortante.
F*c= 0.80*f^{*}c, resistencia nominal de concreto.
En vigas de un claro, Z, se valúa con el criterio siguiente:

$$z = \left(0.4 + 0.2 * \frac{L}{h}\right) * h; \quad si \quad 1.0 < l/h \le 2.0....3$$

z = 0.60 * L; $si \frac{l}{h} \le 1.0.....4$

SECCIÓN CRÍTICA

Para calcular la fuerza cortante, la sección crítica se considera situada a una distancia del paño del apoyo igual a (0.15*L) en vigas con carga uniformemente repartida, e igual a la mitad de la distancia a la carga más cercana en vigas con cargas concentradas, pero

no se supondrá a más de un peralte efectivo del paño del apoyo si las cargas y reacciones comprimen directamente dos caras opuestas de la viga, ni a más de medio peralte efectivo en caso contrario.

La resistencia total a cortante se calcula también como la suma de la resistencia del concreto y la del acero de refuerzo.

La primera se calcula con la ecuación:

Los valores de M y V son los de la sección crítica y el término $3 \cdot 5 - 2 \cdot 5 * \frac{M}{v_d}$ no será menor que uno. Si las cargas y reacciones no comprimen directamente las caras superior e inferior de la viga, este último término se tomará igual a uno.

Si la fuerza cortante de diseño, Vu es mayor que VcR, la diferencia se tomará con refuerzo que constará de estribos cerrados verticales y barras horizontales, cuyas contribuciones se determinarán como sigue, en vigas donde las cargas y reacciones aplastan directamente caras opuestas.

1) La contribución del refuerzo vertical.

La contribución del refuerzo vertical Av, se supondrá igual a:

$$Vsv = 0.083 * F_R * fyv * d * A_v * \left(1 + \frac{L}{d}\right) / S.....6$$

Donde Av. es el área del acero vertical comprendida en cada distancia, s; $y f y_v$, el esfuerzo de fluencia del acero Av.

2) Contribución del refuerzo horizontal

La contribución del refuerzo horizontal A_{vh} , se supondrá igual a:

 $Vsh = 0.083 * F_R * fyh * d * A_{vh}(\frac{11 - \frac{L}{d}}{sh}).....7$ Avh = Area del acero horizontal comprendida en cada distancia sh, y f_{yh} = esfuerzo de fluencia del acero Avh.

El refuerzo que se determine en la sección crítica se usará en todo el claro. Tanto el refuerzo vertical como el horizontal deben cumplir con los requisitos para refuerzo por cambios volumétricos que marca las Normas Técnicas Complementarias de 2017.

La fuerza cortante Vu, en vigas de gran peralte no deberá exceder, en ningún caso, de:

$$2 * F_R * b * d * \sqrt{f^*c} \dots 8$$

En las N.T.C. incluyen disposiciones para el diseño de los apoyos, que como se ha dicho, constituyen un aspecto crítico del diseño. Es recomendable aumentar en 10 porciento el valor de las reacciones calculadas como si la viga no fuese de gran peralte, y colocar en las áreas próximas a los apoyos, barras complementarias verticales y horizontales del mismo espesor que las del refuerzo usado para fuerza cortante y de modo que sus separaciones en esas zonas sea la mitad que en el resto de la viga.

En la figura 9, se ilustra la manera de colocar este refuerzo.^[4].



2.- APLICACIÓN DE SOFTWARE PARA DISEÑO DE VIGAS DE GRAN PERALTE DE CONCRETO REFORZADO

En este apartado se describe la funcionalidad del programa de vigas de gran peralte para calculistas que se especializan en el área de diseño de estructuras, es imprescindible contar con herramientas de comprobación que brinden más confiabilidad para obtener un óptimo resultado.

De esta manera el Programa Automatizado para Vigas de Gran Peralte de Concreto Reforzado que se desarrolla es una herramienta con un índice de precisión muy alto en calculo de diseño de estructura de concreto reforzado, es de gran utilidad para los estudiantes que están cursando la carrera de Ingeniería Civil y de Constructor.

LA PORTADA DE INICIO DE SISTEMA

Para Pregram	iniciar Pregrama Automatizad	el :	sistema, Viges de Gran P	hacemos eratle de Cencrele Re	doble	click	en	el	iconoc	de	iniciar.
	UAG	ersidad au	JTONOMA DE	GUERRERO							
	-	PACULTA	D DE INGENIE	AIA							
		BIEN	VENIDOS	5							
	1	ROGRAMA 1	/IGA5 DE GRAI	PERALTE							
	ELABORO		OWNEET	W DE TRABAJO DE 111	TR ACRON						
	C. Jeberico De 5	fenus Riber	m M.e De.	n C. Lamiro Luis Laberto Arrayo M	Dilan nins						
			Chilpantings	be Guerrero abril	niciar						

Figura. 10 la portada de inicio del sistema.

Esta es la primera pantalla principal de VGP, para iniciar con la captura de las propiedades mecánicas de los materiales, primero dar click en opción ($\mathbf{f'c}$) que contiene parámetros de 250 hasta 350 kg/cm², de igual forma se debe capturar el esfuerzo de fluencia del acero manualmente ($\mathbf{fy}=4200 \text{ kg/cm}^2$), al seleccionar ($\mathbf{f'c}$) automáticamente calcula la resistencia nominal de concreto ($\mathbf{F*c}=0.8*\mathbf{f'c}$).

Se deben de capturar de forma manualmente los factores de resistencia por flexión y tensión directa FR=0.90, factores de resistencia para fuerza cortante FR=0.80, si nosotros quisiéramos obtener ayuda, solo dar click en los signos de interrogación y aparecerán los valores de los factores de resistencia, para continuar dar click ventana **continuar**. Figura 11.

Motorità	los	
62	- Kghm2	
v 1.	Figlow2	
Pp- [Kylon? 7	
nctines	de maistencie.	
/R-	Par flexide 2	
ra-	Por contante y tanaióa 1	

Figura 11. Pantalla captura de propiedades mecánicas.

Para iniciar con la captura de datos en esta segunda pantalla, el usuario debe proponer las dimensiones de acuerdo a sus necesidades para continuar con los siguientes cálculos.

La pantalla está conformado en cinco ventanas, la primera es la longitud de la viga (L), la segunda es el claro libre entre las caras interiores de los apoyos (Ln), la tercera es el peralte de del elemento (h), la cuarta es el ancho del alma (b) y la quinta es el ancho de los apoyos (Ap), como ya se mencionaron las dimensiones de la viga, se sigue con la captura.

Para continuar en otra ventana, dar click sobre el botón "continuar" o "regresar" para hacer correcciones si existen errores.



Figura.12 datos generales de vigas de gran peralte.

En este apartado se carga algunos valores capturados anteriormente de la viga como son: el ancho del alma (b), el peralte (h), la relación entre el claro y el peralte (Ln/h), el brazo del par interno (Z). Para seguir con los cálculos, dar click encima de las dos ventanas y arroja el diámetro y el número de barras, automáticamente calcula el área del acero (As). El recubrimiento, la separación de barras se captura manualmente. Figura. 13.

En seguida se da click en el botón "cálculo" para calcular el centroide del acero de tensión y momento resistente.

CALCULO DE COMINDIDE	5
Lin = 200 cm b = 25 cm h = 100 cm Lin h = 1.67 Z = 132 cm Z = 0.44 D 21, hi = 1.00 Z = 0.44 D 21, hi = 1.00	≪1.0 1,/h<-2.0
CATCHICODICENTROIDEDERREURSZODIER Diâmetro de la barra	NGA
Recubrimiento - Cm. Separación de barras - X - Cm. Cálculo d - Cm. p - 44	- en
Mom resistante = kg rm 7. Represe	Continue

Figura.13 cálculo de centroide de la viga.

Para calcular la fuerza cortante y momento en la sección crítica de la viga, los datos que aparecen en el menú principal, como es distancia del paño interior del apoyo (0.15*Ln), el ancho del apoyo de la viga (Apoyo) son dimensiones ya capturadas anteriormente como se muestra en figura 14.

Para realizar los cálculos de distancia al centro del apoyo, fuerza cortante en el apoyo, los valores de la fuerza y del momento flexionante en la sección crítica y a partir de estos valores se determina la relación M/Vd que será utilizado para cálculo de contribución del concreto.

Para obtener lo mencionado se debe dar click en el botón resultado y así también para calcular contribución del concreto.

IRZA CORTANTI	Y WOMENTO TELEXIONMENTE DE LA SICCE	AN CRITICA
	RESISTENCIA A CORTANTE	
Distancia	del paño del apoyo II.15La = 45 El ancho de apoyo de la viga = 38	i cm i cm
Devellade	dist al centro del apoyo- Vopoyo + Vec.crit- Micc.crit- Mi Vitec.crit-	em W W
antribución de P _{ce} = (δ concreto: 2.5 - 2.5 * $\frac{W}{P_{q}}$ (0.3 * P_{q} * 8 * δ * $\sqrt{f^{+}c}$) 5.0.3 * 8	\$ *0 *d * \(\frac{f^{(*)}}{2})
VcR -	Rendlado Kg Kg	Regresar Continuar

Figura.14 resistencia a cortante de la viga.

Para seguir con los cálculos de contribución del refuerzo vertical, se debe dar click en la ventana de "**diámetro de estribos y número de ramas**", después dar click en el botón "**resultado**" para realizar los cálculos, para obtener los cálculos de contribución del refuerzo horizontal es el mismo procedimiento. Después dar click al botón continuar o regresar.

CONTRIBUCIÓN DEL	REFUERZO VERTICAL
$\label{eq:multiplicative} 4\nu \geq 0.0025 \star \delta \star S,$ Aposte de la resistencia a costante de	$S \leq 30 cm$ les estribus:
Diametro de extribuz	ero de zamas:
Av- Recultade S=	cm2 cm
Asve	kg
Los estribos verticales serán de v separarán a cada cm CONTRIBUCIÓN DEL	REFUERZO HORIZONTAL
Avh≤0.0015*b*S.	S ₂ ≤ 30cm
Avk≤0 0015*5×S₂ Anote de la resistencia a	$S_1 \leq 30cm$
$Ayk \le 0.0015*b*S_2$ Aporte de la resistencia a Diámetro de estribos:	S ₁ ≤ 30cm contante de los estribos: Número de romas: Avtr- cm2
Avk≤0.0015*6*3°2 Aporte de la resistencia a Diámetro de estribos: Resuñade	S₂ ≤ 30cm contante de los estribos: Núesere de ramas: Avh- S≈ Cm Ash- ta
Ayk≤0.0015*6*3; Aporte de la resistencia a Diámetro de estribos: Resultado Los estribos horizantales serán y se separarán a ∣ cm	S ₁ ≤ 30cm contante de los estribos: Número de ranas: Avti- cas2 Sin ca Asti- las en casas

Figura.15 resistencia a cortante de la viga.

Para calcular los últimos datos de contribución del concreto más acero vertical, horizontal y fuerza cortante máxima, se debe dar click al botón **"resultado"**, deberá verificar la fuerza cortante, debe ser menor que máxima admisible.

Para salir del programa se debe dar click en el botón finalizar.

	FUERZA CORTANTE	×
Contribución del concreto + acero vertical y horizontal Fuerza contante máxima que puede ser aplicada	$Vu = V_{c2} + A_{73} + A_{51}$ Vu = kg $(Vu)máx = 2* FR*b*d\sqrt{f*c} = VU$ (Vu)máx = kg	Resultado (Vu)má: Vu
	Finalizar Regresar	

Figura. 16 fuerza cortante máxima y contribución del concreto.

Al último se agregó una calculadora estándar para realizar operaciones en este programa de vigas de gran peralte.

CALC	ULAD	ORA ES	TANDAR	×
				0
7	8	9	С	CE
4	5	6	+	-
1	2	3	X	1
0		·	=	%

Figura.17 calculadora estándar.

3.- APLICACIÓN PRÁCTICA A TRAVÉS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMA

En este apartado se ha demostrado que los resultados del Programa Automatizado de Diseño de de Concreto Reforzado con software Excel y otros ejemplos reales tomados del libro de Concreto Reforzado de González Cuevas, se obtuvieron los mismos resultados que a continuación se muestran los cálculos realizados.

Se inicia introduciendo datos de f'c= 250 kg/cm², esfuerzo de fluencia de acero (fy), al seleccionar (f'c) automáticamente calcula resistencia nominal de concreto f*c = 0.80*250 kg/cm² igual 200 kg/cm², los factores de resistencia por flexión y tensión directa **FR=0.90**), factores de resistencia para fuerza cortante(**F=0.80**), son datos que se ocuparán más adelante.

	VIGAS DE GRAN PERA	
Materiales		
Fe= 250 -	Kg/cm2	
fp= 4200	Kg/cm2	
Pe= 200	Kg/cm2 7	
Factores de l	esistencia;	
FR=0.90	Por flexión	
FR= 0.00	Por cortante y tensión ?	

Figura.18 Propiedades mecánicos de los materiales.

En el siguiente apartado se capturó las dimensiones de vigas de gran peralte, más adelante se utilizó para realizar los mismos cálculos de dicha viga.



Figura.19 dimensiones de la viga.

En esta ventana los primeros valores que parecen son los datos de la viga que fueron capturados en el segundo apartado, como son: (Ln) es el claro libre entre las caras interiores de los apoyos, (b) es el ancho del alma de la viga, (h) es peralte, (Ln/h) es el claro libre entre las caras interiores de los apoyo entre el peralte de la viga. Para calcular el área de refuerzo por flexión se utilizó un brazo par interno, z=(0.4+0.2*Ln/h)*h, si uno es menor que la relación entre el claro y el peralte total es menor o igual que dos.

El momento resistente se calculó con la ecuación 2, el brazo del par interno z se determinó con la ecuación 3 ya que la relación Ln/h resulto menor que 2, por el ultimo se hizo el cálculo del centroide del refuerzo de la viga como se muestra la figura 20.

CALCULO DE CENTROIDE	2
Ln = 300 cm b = 25 cm h = 180 cm Z=0.6*L; si L/h<1.0	
Lin/h = [b/] Z = [.izz] C38 Z=(0.4+0.2*L/h)*h; si 1.0 <l h<="2.0</td"><td>2</td></l>	2
CALCULO DECENTROIDE DEL REFUERZO DE LA VIGA:	
Diàmetro de la barro - 2 • Núm de barros - 4 •	
Recubrimiento - 5 cm. Separación de barras - 8 cm	
Cálculo d = 173 cm. $\rho = 0.0003$ c 0.008 calculadora	r.
Mom resistente - 633679.20 kg cm ? Regenser Continuer	

Figura.20 Cálculo del centroide.

Para determinar la resistencia a fuerza cortante, se estableció primero la posición de la sección critica, que queda localizada a una distancia de 0.15*L del paño interior del apoyo. La distancia al centro del apoyo resultó entonces de 60 cm, posteriormente calcularon los valores de la fuerza cortante y del momento flexionante en la sección crítica, y a partir de estos valores se determinó la relación M/Vd, que se requiere para aplicar la ecuación 5.

Distancia d E	lel paño del apoyo 0.15Ln = 45
	dist. al centro del apoyo= 60 cm
	Vapoyo = 165 W
Resultado	Vsec.crit.= 105 W
	Msec.crit. = <mark>8100</mark> W
	M/Vdsec.crit.= 0.45
ntribución del 7 ₀ r = (3	concreto: $5-25^* \frac{W}{V_e} (05^* P_s^* b^* d^* \sqrt{f^* c}) \le (0.5^* P_s^* b^* d^* \sqrt{f^* c})$

Figura. 21 Resistencia a cortante.

En esta parte necesariamente debe colocarse refuerzo vertical y horizontal para que pueda desarrollarse esta resistencia y para reducir el riesgo de agrietamiento en los lados laterales de la viga. El área de refuerzo vertical, Av, no debe ser inferior que 0.0025b*S, donde s es la separación de las barras que no pase de d/5 ni de 30 cm. El área de refuerzo horizontal, Avh, no debe ser menor que 0.0015b*S2, donde S, es la separación de las barras horizontales que no pase de d/5 ni de 30 cm. El área de acero determinada de esta manera debe proporcionarse usando barras de diámetro menor y no una o par de barras de gran diámetro únicamente, ya que esto aumentaría los problemas de anclaje.

CALCULO DE HACERO VERTICAL Y HORIZONTAL

ACERO VERTICAL Y HORIZO	INTAL
CONTRIBUCIÓN DEL REFUERZ	O VERTICAL
Av≥0.0025*b*S; S≤30cm	
Aporte de la resistencia a cortante de los es	tribos:
Diametro.de estribos: 25 💌 Número de rar	nas:2 👤
Av= 0.99 cm	2
Resultado S= 15.84 cm	
Asv=8,244.39 kg	
y separaran a cada 15.8 cm CONTRIBUCIÓN DEL REFUIENZO $Avh \leq 0.0015*b*S_{2}, S_{2} \leq 30cm$	HORIZONTAL
Aporte de la resistencia a cortante de l	os estribos:
Diámetro de estribos: 2.5 💽 Número de r	ramas: 2 💽
	Avh= 0.99 cm2
Resultado	S= 26.40 cm
	Ash= [16,764.17] kg
Los estribos horizontales serán del No. 2.5	en 2 ramas
y se separarán a 26.40 cm	Regresar Continuar

Figura. 22 cero vertical y horizontal.

Finalmente se calculó la fuerza cortante resistente como la suma de las contribuciones del concreto (ecuación 5), del acero de refuerzo vertical (ecuación 6) y del acero de refuerzo horizontal (ecuación 7). Obsérvese que estas dos últimas ecuaciones son adimensionales. La fuerza cortante calculada de esta forma resultó inferior que la máxima admisible.

$v_{12} = v_{c8} + A_{F3} + A_{51}$ $V_{12} = 58130.500$ kg	Resultado
$max = 2 * PR * b * d \sqrt{f * c} * u$ (u)max = 97863.580 kg	lu (Vu)má:≯ Vu
	Finalizar
	$v_{u} = v_{0k} + a_{2k} + a_{2k}$ $v_{u} = [58130.500] \text{ kg}$ $max = 2 * PR * b * d \sqrt{f * c} * v_{u}$ u)máx = [97862.580] kg

Figura. 23 Fuerza cortante.

4.- CONCLUSIONES

El Programa Automatizado de Diseño VGP de Concreto Reforzado es de gran utilidad para todos aquellos usuarios que estén interesados en aprender el manejo de este software, es un sistema que se ha podido observar se encuentra en un nivel aceptable, fácil de instalar y usar debido a su interfaz gráfica, gracias a sus diferentes menú interactivos con los que cuenta que harán que el usuario se sienta guiado para saber qué acciones realizará en cada momento, y a su fácil acceso que tienen los usuarios para analizar cada uno de los temas propuestos en él. Hacer cálculos manualmente lleva mucho tiempo y con este programa es rápido y práctico de obtener resultados.

RECONOCIMIENTOS

Mi más amplio reconocimiento al Dr. Roberto Arroyo Matus, por su apoyo incondicional en la elaboración de este artículo. Asimismo, a las personas que contribuyeron para la realización del mismo.

REFERENCIAS

- [1] Libro de Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado González Cuevas.
- [2] Libro Estructura de Concreto Reforzado R. PARK y PAULY Departamento de Ingeniería Civil Universidad de Canterbury. Christchurch, Nueva Zelanda.
- [3] Comparación de Esfuerzos Cortantes en Vigas de Concreto Reforzado de Gran Altura, Mediante el Método de los Elementos Finitos y el Modelo Puntal - Tensor. Ing. Walter Alonso Rojas Reyes Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola Bogotá – Colombia Enero, 2014
- [4] Gaceta Oficial de la Ciudad de México.2017
- [5] Visual Basic Guía del estudiante www.monografía.com