

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICAS ECONÓMICAS  
DIRECCIÓN DE MARCOS Y MUESTREO

Nota Metodológica  
sobre Diseño Muestral

Encuesta Nacional de Empresas Constructoras 2013  
(ENEC 2013)



INSTITUTO NACIONAL  
DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

## Índice

---

<b>1. Objetivo de la encuesta</b>	<b>1</b>
<b>2. Población objetivo</b>	<b>1</b>
<b>3. Cobertura sectorial</b>	<b>1</b>
<b>4. Diseño de la muestra</b>	<b>1</b>
4.1 Marco de la encuesta	1
4.2 Unidad de muestreo	1
<b>5. Esquema de muestreo</b>	<b>1</b>
5.1 Formación del componente principal	1
5.2 Estratificación del componente principal	1
5.3 Polinomio de regresión	2
<b>6. Tamaño de la muestra</b>	<b>2</b>
<b>7. Afijación de la muestra</b>	<b>3</b>
<b>8. Selección de la muestra</b>	<b>3</b>
<b>9. Cálculo de los factores de expansión</b>	<b>3</b>
9.1 Ajuste por no Respuesta	3
<b>10. Estimadores</b>	<b>4</b>
<b>Anexo</b>	<b>5</b>

## 1. Objetivo de la encuesta

Generar información estadística que permita elaborar una serie de indicadores económicos con el propósito de conocer la evolución y comportamiento de la actividad económica que realizan las empresas constructoras en el país.

## 2. Población objetivo

La población objeto de estudio fueron las empresas constructoras dedicadas a la edificación residencial, a la construcción de obras de ingeniería civil y a la realización de trabajos especializados que según el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2007 (SCIAN 2007) se clasifican en el sector 23 Construcción.

## 3. Cobertura sectorial

La cobertura de la encuesta permitió obtener estimaciones nacionales por entidad federativa. Considerando a la entidad federativa como dominio de estudio.

## 4. Diseño de la muestra

El diseño de la muestra se caracterizó por ser probabilístico, considerando como dominio de estudio la entidad federativa.

### 4.1 Marco de la encuesta

El marco de muestreo se conformó del directorio de los resultados definitivos de los Censos Económicos 2009 (CE 2009) actualizado al mes de septiembre de 2012, correspondiente a todas las empresas clasificadas en el sector 23 Construcción, según el SCIAN 2007.

A este directorio se le adicionaron 238 empresas del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). Finalmente el marco quedó integrado por 22 010 empresas (ver Anexo).

El cuadro 1 presenta la participación porcentual por subsector de actividad económica del sector Construcción.

Cuadro 1

Sub-Sector	Descripción SCIAN 2007	Unidades Económicas		Personal Ocupado		Valor de Producción (Miles de \$)	
		Marco	%	Marco	%	Marco	%
<b>Total</b>		<b>22 010</b>	<b>100.00</b>	<b>702 200</b>	<b>100.00</b>	<b>347 855 965</b>	<b>100.00</b>
236	Edificación	8 599	39.07	368 673	52.50	175 404 977	50.42
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	6 475	29.42	247 693	35.27	157 090 857	45.16
238	Trabajos especializados para la construcción	6 936	31.51	85 834	12.22	15 360 131	4.42

### 4.2 Unidad de muestreo

La unidad de muestreo fue la empresa constructora.

## 5. Esquema de muestreo

Se desarrolló un esquema de muestreo probabilístico bivariado (que considerara la participación de las variables de personal ocupado total y del valor de producción a la vez) y estratificado con selección independiente para cada estrato por dominio de estudio.

### 5.1 Formación del componente principal

Para cada empresa del marco de muestreo, se obtuvo el primer componente principal, el cual es una combinación lineal de las variables personal ocupado total y valor de la producción.

### 5.2 Estratificación del componente principal

Aplicando el algoritmo de k-medias al componente principal y estableciendo una clasificación a cinco estratos, se obtuvo la siguiente distribución:

Cuadro 2

Estrato	Limites	Empresas
<b>Total</b>		<b>22 010</b>
1	10.02239 <= CP	691
2	2.09712 <= CP < 10.02239	690
3	0.73162 <= CP < 2.09712	1 321
4	-0.20806 <= CP < -0.73162	3 824
5	CP < -0.20806	15 484

Las empresas clasificadas en el estrato 1 se consideran con certeza en el diseño.

### 5.3 Polinomio de regresión

Se construyó el polinomio de regresión tomando como variable dependiente el componente principal y como variables independientes el personal ocupado y el valor de la producción. Este polinomio permite estimar el valor del componente principal para cualquier empresa a partir de los datos de personal ocupado y el valor de la producción. Los parámetros del polinomio fueron:

Cuadro 3

Modelo	Parámetros no estandarizados
Constante	-0,7885957
Personal Ocupado	0,01928626
Valor de la Producción	3,40684E-05

## 6. Tamaño de la muestra

El tamaño de muestra se obtuvo mediante la expresión para estimar un total, en este caso del componente principal, con diseño estratificado, considerando un nivel de confianza del 95%, error relativo del 14% y una tasa de no Respuesta del 20%. Donde el estrato 1 se incluyó con certeza en el diseño.

La expresión para el tamaño de muestra para cada dominio de estudio fue:

$$n_e = \frac{\left( \sum_{h=1}^H N_{eh} \sigma_{eh} \right)^2}{\left( \frac{r^2 T_e^2}{z^2} + \sum_{h=1}^H N_{eh} \sigma_{eh}^2 \right) (1 - TNR)}$$

Donde:

- $n_e$  = tamaño de muestra en el e-ésimo dominio.
- $H$  = número de estratos por dominio.
- $N_{eh}$  = total de empresas en el h-ésimo estrato, en el e-ésimo dominio.
- $\sigma_{eh}$  = desviación estándar del h-ésimo estrato, del e-ésimo dominio.
- $r$  = error relativo.
- $T_e$  = total del componente principal en el e-ésimo dominio.
- $z$  = valor de la abscisa bajo distribución normal estándar para un nivel de confianza prefijada.
- $\sigma_{eh}^2$  = varianza del h-ésimo estrato, del e-ésimo dominio.
- $TNR$  = tasa de no Respuesta máxima esperada.

El tamaño de muestra obtenido fue de 3 656 empresas de las cuales 3 058 se consideran como el total de empresas mínimas necesarias para generar resultados confiables.

## 7. Afijación de la muestra

Para los dominios de estudio, la muestra en cada estrato se asignó de acuerdo a la ponderación del componente principal por estrato de la siguiente manera:

$$n_{eh} = n_e \frac{N_{eh} \sigma_{eh}}{\sum_{h=1}^H N_{eh} \sigma_{eh}}$$

Donde:

$n_{eh}$  = tamaño de muestra asignada en el h-ésimo estrato, en el e-ésimo dominio.

$n_e$  = tamaño de la muestra en el e-ésimo dominio.

$N_{eh}$  = total de empresas en el marco en el h-ésimo estrato, en el e-ésimo dominio.

$\sigma_{eh}$  = desviación estándar del componente principal del h-ésimo estrato, del e-ésimo dominio.

$H$  = total de estratos por dominio.

## 8. Selección de la muestra

Las empresas se seleccionaron de manera aleatoria, sin reemplazo e independiente para cada dominio-estrato.

## 9. Cálculo de los factores de expansión

El factor de expansión fue el inverso de la probabilidad de seleccionar una empresa del h-ésimo estrato, del e-ésimo dominio.

$$F_{eh} = \frac{N_{eh}}{n_{eh}}$$

Donde:

$F_{eh}$  = factor de expansión del h-ésimo estrato, del e-ésimo dominio.

$N_{eh}$  = total de empresas en el marco en el h-ésimo estrato, en el e-ésimo dominio.

$n_{eh}$  = total de empresas seleccionadas en la muestra en el h-ésimo estrato, en el e-ésimo dominio.

### 9.1 Ajuste por no Respuesta

El ajuste del factor de expansión por no Respuesta se calculó a través de la expresión:

$$f'_{eh} = f_{eh} \frac{n_{eh}}{r'_{eh}}$$

Donde:

$f'_{eh}$  = factor de expansión ajustado por no Respuesta del h-ésimo estrato, del e-ésimo dominio.

$f_{eh}$  = factor de expansión del h-ésimo estrato, del e-ésimo dominio.

$n_{eh}$  = total de empresas seleccionadas en la muestra en el h-ésimo estrato, en el e-ésimo dominio.

$r'_{eh}$  = total de empresas en la muestra recuperada en el h-ésimo estrato, en el e-ésimo dominio.

Y se aplica cuando no se realizaron todas las entrevistas esperadas.

## 10. Estimadores

El estimador del total de la característica X en el e-ésimo dominio fue:

$$\hat{t}_e = \sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^{n_{eh}} f'_{eh} X_{ehi}$$

El estimador de la varianza es:

$$\hat{V}(\hat{t}_e) = \sum_{h=1}^H N_{eh}^2 \left(1 - \frac{n_{eh}}{N_{eh}}\right) \frac{S_{eh}^2}{n_{eh}} \quad \text{donde:} \quad S_{eh}^2 = \frac{1}{n_{eh}-1} \sum_{i=1}^{n_{eh}} [X_{ehi} - \bar{X}_{eh}]^2$$

Error de estimación:  $EE = \sqrt{\hat{V}(\hat{t}_e)}$

Efecto de diseño:  $DEFF = \frac{\hat{V}(\hat{t}_e)}{\hat{V}(\hat{t}_e)_{MAS}}$

Coefficiente de variación:  $CV = \frac{EE}{\hat{t}_e}$

Intervalo de confianza.  $\left( \hat{t}_e - Z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\hat{V}(\hat{t}_e)}, \hat{t}_e + Z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\hat{V}(\hat{t}_e)} \right)$

Donde:

- $\hat{t}_e$  = total estimado en el e-ésimo dominio.
- $H$  = total de estratos por dominio.
- $n_{eh}$  = tamaño de la muestra en el h-ésimo estrato, en el e-ésimo dominio.
- $f'_{eh}$  = factor de expansión ajustado por no Respuesta del h-ésimo estrato, del e-ésimo dominio.
- $X_{ehi}$  = el valor de la característica de interés en la i-ésima empresa, en el h-ésimo estrato, en el e-ésimo dominio.
- $\hat{V}(\hat{t}_e)$  = varianza de diseño estimada del total estimado del e-ésimo dominio.
- $N_{eh}$  = tamaño de la población en el h-ésimo estrato, en el e-ésimo dominio.
- $S_{eh}^2$  = varianza muestral del h-ésimo estrato del e-ésimo dominio.
- $\bar{X}_{eh}$  = media muestral del h-ésimo estrato, del e-ésimo dominio.
- $\hat{V}(\hat{t}_e)_{MAS}$  = varianza estimada del total estimado del e-ésimo dominio para un MAS (Muestreo Aleatorio Simple).
- $Z_{\frac{\alpha}{2}}$  = factor de confiabilidad para un nivel de significancia  $\alpha$  dado.

## Anexo

### Marco y Muestra por Entidad Federativa – Subsector de Actividad Económica

Entidad / Subsector		Marco	Muestra	Mínima Necesaria <sup>i</sup>
<b>Total</b>		<b>22 010</b>	<b>3 656</b>	<b>3 058</b>
<b>1</b>	<b>Aguascalientes</b>	<b>381</b>	<b>98</b>	<b>80</b>
236	Edificación	192	34	28
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	101	24	20
238	Trabajos especializados para la construcción	88	40	32
<b>2</b>	<b>Baja California</b>	<b>690</b>	<b>113</b>	<b>96</b>
236	Edificación	299	50	43
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	181	39	34
238	Trabajos especializados para la construcción	210	24	20
<b>3</b>	<b>Baja California Sur</b>	<b>240</b>	<b>72</b>	<b>58</b>
236	Edificación	126	32	26
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	56	15	12
238	Trabajos especializados para la construcción	58	25	20
<b>4</b>	<b>Campeche</b>	<b>357</b>	<b>65</b>	<b>54</b>
236	Edificación	164	17	14
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	136	31	26
238	Trabajos especializados para la construcción	57	17	14
<b>5</b>	<b>Coahuila de Zaragoza</b>	<b>794</b>	<b>156</b>	<b>130</b>
236	Edificación	338	75	63
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	168	40	35
238	Trabajos especializados para la construcción	288	41	33
<b>6</b>	<b>Colima</b>	<b>313</b>	<b>74</b>	<b>61</b>
236	Edificación	157	27	23
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	87	19	16
238	Trabajos especializados para la construcción	69	28	22
<b>7</b>	<b>Chiapas</b>	<b>755</b>	<b>77</b>	<b>63</b>
236	Edificación	242	25	21
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	373	27	22
238	Trabajos especializados para la construcción	140	25	20
<b>8</b>	<b>Chihuahua</b>	<b>664</b>	<b>141</b>	<b>118</b>
236	Edificación	271	76	64
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	165	37	31
238	Trabajos especializados para la construcción	228	28	23
<b>9</b>	<b>Distrito Federal</b>	<b>2 065</b>	<b>362</b>	<b>315</b>
236	Edificación	690	170	147
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	329	135	119
238	Trabajos especializados para la construcción	1046	57	48
<b>10</b>	<b>Durango</b>	<b>387</b>	<b>74</b>	<b>61</b>
236	Edificación	165	29	25
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	144	26	21
238	Trabajos especializados para la construcción	78	19	16
<b>11</b>	<b>Guanajuato</b>	<b>975</b>	<b>150</b>	<b>125</b>
236	Edificación	422	76	64

Entidad / Subsector		Marco	Muestra	Mínima Necesaria <sup>i</sup>
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	304	38	32
238	Trabajos especializados para la construcción	249	36	29
<b>12</b>	<b>Guerrero</b>	<b>335</b>	<b>74</b>	<b>60</b>
236	Edificación	125	23	19
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	117	22	18
238	Trabajos especializados para la construcción	93	29	23
<b>13</b>	<b>Hidalgo</b>	<b>343</b>	<b>108</b>	<b>88</b>
236	Edificación	134	40	32
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	142	46	38
238	Trabajos especializados para la construcción	67	22	18
<b>14</b>	<b>Jalisco</b>	<b>1 533</b>	<b>210</b>	<b>178</b>
236	Edificación	659	100	85
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	449	75	64
238	Trabajos especializados para la construcción	425	35	29
<b>15</b>	<b>México</b>	<b>1 070</b>	<b>113</b>	<b>96</b>
236	Edificación	268	50	43
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	203	33	28
238	Trabajos especializados para la construcción	599	30	24
<b>16</b>	<b>Michoacán de Ocampo</b>	<b>712</b>	<b>96</b>	<b>79</b>
236	Edificación	269	33	28
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	265	33	27
238	Trabajos especializados para la construcción	178	30	24
<b>17</b>	<b>Morelos</b>	<b>289</b>	<b>61</b>	<b>50</b>
236	Edificación	108	25	21
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	68	17	14
238	Trabajos especializados para la construcción	113	19	15
<b>18</b>	<b>Nayarit</b>	<b>310</b>	<b>62</b>	<b>50</b>
236	Edificación	144	25	20
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	108	20	16
238	Trabajos especializados para la construcción	58	17	14
<b>19</b>	<b>Nuevo León</b>	<b>1 533</b>	<b>235</b>	<b>200</b>
236	Edificación	570	125	108
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	350	74	63
238	Trabajos especializados para la construcción	613	36	29
<b>20</b>	<b>Oaxaca</b>	<b>584</b>	<b>91</b>	<b>74</b>
236	Edificación	220	28	23
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	250	30	24
238	Trabajos especializados para la construcción	114	33	26
<b>21</b>	<b>Puebla</b>	<b>753</b>	<b>126</b>	<b>103</b>
236	Edificación	266	33	27
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	263	42	35
238	Trabajos especializados para la construcción	224	51	41
<b>22</b>	<b>Querétaro de Arteaga</b>	<b>487</b>	<b>82</b>	<b>68</b>
236	Edificación	198	32	27
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	133	26	22
238	Trabajos especializados para la construcción	156	24	19
<b>23</b>	<b>Quintana Roo</b>	<b>360</b>	<b>80</b>	<b>67</b>



Entidad / Subsector		Marco	Muestra	Mínima Necesaria <sup>i</sup>
236	Edificación	184	34	29
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	74	22	19
238	Trabajos especializados para la construcción	102	24	19
<b>24</b>	<b>San Luis Potosí</b>	<b>673</b>	<b>112</b>	<b>93</b>
236	Edificación	318	58	48
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	217	34	29
238	Trabajos especializados para la construcción	138	20	16
<b>25</b>	<b>Sinaloa</b>	<b>773</b>	<b>103</b>	<b>87</b>
236	Edificación	333	57	48
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	188	30	25
238	Trabajos especializados para la construcción	252	16	13
<b>26</b>	<b>Sonora</b>	<b>806</b>	<b>124</b>	<b>105</b>
236	Edificación	338	50	42
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	204	44	38
238	Trabajos especializados para la construcción	264	30	25
<b>27</b>	<b>Tabasco</b>	<b>549</b>	<b>108</b>	<b>89</b>
236	Edificación	154	35	28
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	251	51	43
238	Trabajos especializados para la construcción	144	22	18
<b>28</b>	<b>Tamaulipas</b>	<b>920</b>	<b>127</b>	<b>107</b>
236	Edificación	311	50	43
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	307	51	43
238	Trabajos especializados para la construcción	302	26	21
<b>29</b>	<b>Tlaxcala</b>	<b>140</b>	<b>54</b>	<b>43</b>
236	Edificación	54	20	16
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	54	20	16
238	Trabajos especializados para la construcción	32	14	11
<b>30</b>	<b>Veracruz de Ignacio de la Llave</b>	<b>1 164</b>	<b>125</b>	<b>107</b>
236	Edificación	351	42	36
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	514	54	48
238	Trabajos especializados para la construcción	299	29	23
<b>31</b>	<b>Yucatán</b>	<b>788</b>	<b>109</b>	<b>91</b>
236	Edificación	402	50	42
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	185	36	31
238	Trabajos especializados para la construcción	201	23	18
<b>32</b>	<b>Zacatecas</b>	<b>267</b>	<b>74</b>	<b>61</b>
236	Edificación	127	27	22
237	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada	89	30	25
238	Trabajos especializados para la construcción	51	17	14

<sup>i</sup> Muestra mínima necesaria para la generación de resultados confiables.