

CAPITULO 3. LONGITUD DE DESARROLLO Y EMPALMES PARA BARRAS EN TRACCION Y COMPRESION

3.0 NOTACION

d_b	=	Diámetro nominal de una barra, alambre o torón pretensado, mm
f'_c	=	Resistencia especificada del hormigón en probeta cilíndrica [MPa]
ℓ_{db}	=	Longitud de desarrollo básica, mm
ℓ_d	=	Longitud de desarrollo, mm
	=	ℓ_{db} x factores de modificación aplicables.
ℓ_{dh}	=	Longitud de desarrollo de un gancho estándar en tracción, mm
	=	ℓ_{hb} x factores de modificación aplicables
ℓ_{hb}	=	Longitud de desarrollo básica del gancho estándar en tracción, mm

3.1 LONGITUD DE DESARROLLO ℓ_d

3.1.1 Longitud de desarrollo para barras en tracción

- 1- La longitud de desarrollo no debe ser menor que 300 mm.
- 2- Las longitudes de desarrollo se dividen en dos casos, A y B:

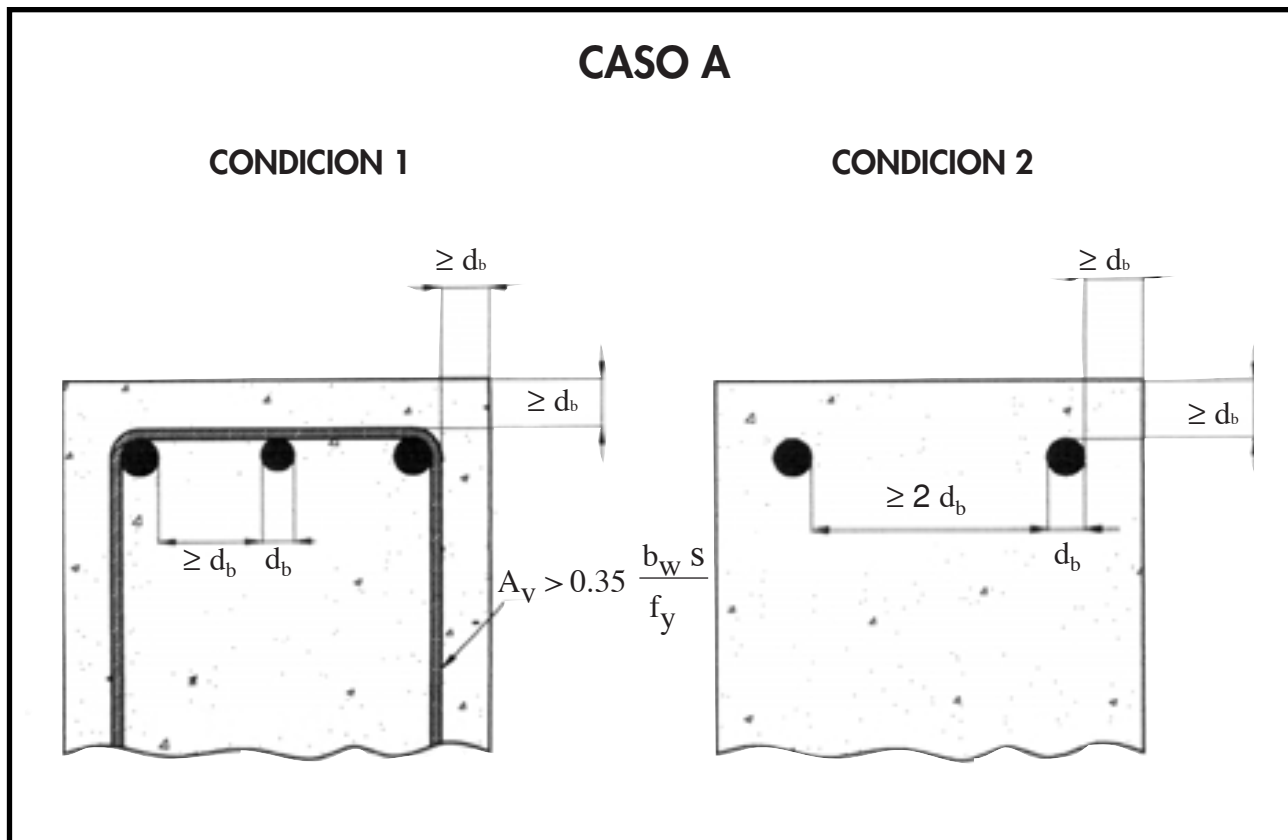
Caso A:

Condición 1: Si el espaciamiento libre entre barras que están siendo empalmadas o desarrolladas, no es menor que d_b , recubrimiento libre no es menor que d_b , y no menos estribos o amarras a lo largo de ℓ_b que el mínimo señalado.

Condición 2: Si el espaciamiento libre entre barras que están siendo desarrolladas o empalmadas no menor a $2 d_b$ y recubrimiento libre no menor a d_b (FIGURA 3)

Caso B: Otros casos

Figura 3
Recubrimiento y separaciones
mínimas para barras de refuerzo en tracción



s : Espaciamiento entre estribos
 b_w : Ancho del alma de la Viga

3- Las longitudes de desarrollo se modifican según los factores mostrados en la Tabla 7:

Tabla 7
Factores de modificación de la longitud de desarrollo

Factor	Condición	Valor
α = factor por ubicación de armadura	Armadura horizontal colocada de tal manera que se hormigona más de 300 mm de hormigón fresco en el elemento bajo la longitud de desarrollo o empalme	1,3
	Otras armaduras	1,0
β = factor por revestimiento	Barras revestidas con epóxico con recubrimientos menores que $3d_b$, o un espaciamiento libre menor a $6d_b$	1,5
	Todas las demás barras revestidas con epóxico	1,2
	Armadura no recubierta	1,0
λ = factor por hormigón de agregado liviano	Sin agregado liviano	1,0
	Con agregado liviano	1,3

3.1.1.1 TABLAS DE LONGITUDES DE DESARROLLO PARA BARRAS EN TRACCION

Las cifras que se presentan en forma destacada, en las siguientes tablas, han sido ajustadas a la longitud mínima de 300 mm de desarrollo exigida, dado que el cálculo determinó valores menores a los requeridos por el Código ACI 318.

LONGITUDES DE DESARROLLO (mm). CASO A
HORMIGONES DE AGREGADO CORRIENTE

Tabla 8
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,0; f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del Hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	364	455	546	728	819	1251	1422	1593	1820	2048
H25	20	326	407	488	651	733	1119	1272	1424	1628	1831
H30	25	300	364	437	582	655	1001	1138	1274	1456	1638
H35	30	300	332	399	532	598	914	1038	1163	1329	1495
H40	35	300	308	369	492	554	846	961	1077	1231	1384
H45	40	300	300	345	460	518	791	899	1007	1151	1295
H50	45	300	300	326	434	488	746	848	950	1085	1221

Tabla 9
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,0; f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	546	683	819	1092	1229	1877	2133	2389	2730	3071
H25	20	488	610	733	977	1099	1679	1908	2137	2442	2747
H30	25	437	546	655	874	983	1502	1706	1911	2184	2457
H35	30	399	498	598	797	897	1371	1558	1744	1994	2243
H40	35	369	461	554	738	831	1269	1442	1615	1846	2077
H45	40	345	432	518	691	777	1187	1349	1511	1727	1942
H50	45	326	407	488	651	733	1119	1272	1424	1628	1831

Tabla 10
 $\alpha = 1,0; \beta = 1,0; f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	300	350	420	560	630	963	1094	1225	1400	1575
H25	20	300	313	376	501	563	861	978	1096	1252	1409
H30	25	300	300	336	448	504	770	875	980	1120	1260
H35	30	300	300	307	409	460	703	799	895	1022	1150
H40	35	300	300	300	379	426	651	740	828	947	1065
H45	40	300	300	300	354	398	609	692	775	885	996
H50	45	300	300	300	334	376	574	652	730	835	939

LONGITUDES DE DESARROLLO (mm). CASO A HORMIGONES DE AGREGADO CORRIENTE

Tabla 11
 $\alpha = 1,0; \beta = 1,0; f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del Hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	420	525	630	840	945	1444	1641	1838	2100	2363
H25	20	376	470	563	751	845	1291	1467	1644	1878	2113
H30	25	336	420	504	672	756	1155	1313	1470	1680	1890
H35	30	307	383	460	613	690	1054	1198	1342	1534	1725
H40	35	300	355	426	568	639	976	1109	1242	1420	1597
H45	40	300	332	398	531	598	913	1038	1162	1328	1494
H50	45	300	313	376	501	563	861	978	1096	1252	1409

Tabla 12
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,2; f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	437	546	655	874	983	1502	1706	1911	2184	2457
H25	20	391	488	586	781	879	1343	1526	1709	1953	2198
H30	25	349	437	524	699	786	1201	1365	1529	1747	1966
H35	30	319	399	478	638	718	1097	1246	1396	1595	1794
H40	35	300	369	443	591	664	1015	1154	1292	1477	1661
H45	40	300	345	414	553	622	950	1079	1209	1381	1554
H50	45	300	326	391	521	586	895	1017	1140	1302	1465

Tabla 13
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,2; f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	655	819	983	1310	1474	2252	2559	2867	3276	3686
H25	20	586	733	879	1172	1319	2014	2289	2564	2930	3296
H30	25	524	655	786	1048	1179	1802	2048	2293	2621	2948
H35	30	478	598	718	957	1077	1645	1869	2093	2392	2692
H40	35	443	554	664	886	997	1523	1730	1938	2215	2492
H45	40	414	518	622	829	932	1424	1619	1813	2072	2331
H50	45	391	488	586	781	879	1343	1526	1709	1953	2198

**LONGITUDES DE DESARROLLO (mm). CASO A
HORMIGONES DE AGREGADO CORRIENTE**

Tabla 14
 $\alpha = 1,0; \beta = 1,2; f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	336	420	504	672	756	1155	1313	1470	1680	1890
H25	20	301	376	451	601	676	1033	1174	1315	1503	1690
H30	25	300	336	403	538	605	924	1050	1176	1344	1512
H35	30	300	307	368	491	552	843	959	1074	1227	1380
H40	35	300	300	341	454	511	781	887	994	1136	1278
H45	40	300	300	319	425	478	730	830	930	1063	1195
H50	45	300	300	301	401	451	689	783	877	1002	1127

Tabla 15
 $\alpha = 1,0; \beta = 1,2; f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	504	630	756	1008	1134	1733	1969	2205	2520	2835
H25	20	451	563	676	902	1014	1550	1761	1972	2254	2536
H30	25	403	504	605	806	907	1386	1575	1764	2016	2268
H35	30	368	460	552	736	828	1265	1438	1610	1840	2070
H40	35	341	426	511	682	767	1171	1331	1491	1704	1917
H45	40	319	398	478	638	717	1096	1245	1395	1594	1793
H50	45	301	376	451	601	676	1033	1174	1315	1503	1690

Tabla 16
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,5^*; f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	477	596	715	954	1073	1639	1863	2086	2384	2682
H25	20	426	533	640	853	960	1466	1666	1866	2132	2399
H30	25	381	477	572	763	858	1311	1490	1669	1907	2146
H35	30	348	435	522	696	784	1197	1360	1524	1741	1959
H40	35	322	403	484	645	725	1108	1259	1411	1612	1814
H45	40	302	377	452	603	679	1037	1178	1319	1508	1696
H50	45	300	355	426	569	640	977	1111	1244	1422	1599

* $\alpha \cdot \beta$ no es necesario que sea mayor que 1,7

**LONGITUDES DE DESARROLLO (mm). CASO A
HORMIGONES DE AGREGADO CORRIENTE**

Tabla 17
 $\alpha = 1,3$; $\beta = 1,5^*$; $f_y = 420$ MPa

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	715	894	1073	1431	1609	2459	2794	3129	3576	4023
H25	20	640	800	960	1279	1439	2199	2499	2799	3199	3599
H30	25	572	715	858	1144	1287	1967	2235	2503	2861	3219
H35	30	522	653	784	1045	1175	1796	2040	2285	2612	2938
H40	35	484	605	725	967	1088	1662	1889	2116	2418	2720
H45	40	452	565	679	905	1018	1555	1767	1979	2262	2545
H50	45	426	533	640	853	960	1466	1666	1866	2132	2399

* $\alpha \cdot \beta$ no es necesario que sea mayor que 1,7

Tabla 18
 $\alpha = 1,0$; $\beta = 1,5$; $f_y = 280$ MPa

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	420	525	630	840	945	1444	1641	1838	2100	2363
H25	20	376	470	563	751	845	1291	1467	1644	1878	2113
H30	25	336	420	504	672	756	1155	1313	1470	1680	1890
H35	30	307	383	460	613	690	1054	1198	1342	1534	1725
H40	35	300	355	426	568	639	976	1109	1242	1420	1597
H45	40	300	332	398	531	598	913	1038	1162	1328	1494
H50	45	300	313	376	501	563	861	978	1096	1252	1409

Tabla 19
 $\alpha = 1,0$; $\beta = 1,5$; $f_y = 420$ MPa

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	630	788	945	1260	1418	2166	2461	2756	3150	3544
H25	20	563	704	845	1127	1268	1937	2201	2465	2817	3170
H30	25	504	630	756	1008	1134	1733	1969	2205	2520	2835
H35	30	460	575	690	920	1035	1582	1797	2013	2300	2588
H40	35	426	532	639	852	958	1464	1664	1864	2130	2396
H45	40	398	498	598	797	897	1370	1556	1743	1992	2241
H50	45	376	470	563	751	845	1291	1467	1644	1878	2113

LONGITUDES DE DESARROLLO (mm). CASO A HORMIGONES DE AGREGADO LIVIANO

Tabla 20
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,0; f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	473	592	710	946	1065	1627	1848	2070	2366	2662
H25	20	423	529	635	846	952	1455	1653	1852	2116	2381
H30	25	379	473	568	757	852	1301	1479	1656	1893	2129
H35	30	346	432	518	691	778	1188	1350	1512	1728	1944
H40	35	320	400	480	640	720	1100	1250	1400	1600	1800
H45	40	300	374	449	599	673	1029	1169	1309	1496	1683
H50	45	300	353	423	564	635	970	1102	1234	1411	1587

Tabla 21
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,0; f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	710	887	1065	1420	1597	2440	2773	3105	3549	3993
H25	20	635	794	952	1270	1428	2182	2480	2778	3174	3571
H30	25	568	710	852	1136	1278	1952	2218	2484	2839	3194
H35	30	518	648	778	1037	1166	1782	2025	2268	2592	2916
H40	35	480	600	720	960	1080	1650	1875	2100	2400	2700
H45	40	449	561	673	898	1010	1543	1754	1964	2245	2525
H50	45	423	529	635	846	952	1455	1653	1852	2116	2381

Tabla 22
 $\alpha = 1,0; \beta = 1,0; f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	364	455	546	728	819	1251	1422	1593	1820	2048
H25	20	326	407	488	651	733	1119	1272	1424	1628	1831
H30	25	300	364	437	582	655	1001	1138	1274	1456	1638
H35	30	300	332	399	532	598	914	1038	1163	1329	1495
H40	35	300	308	369	492	554	846	961	1077	1231	1384
H45	40	300	300	345	460	518	791	899	1007	1151	1295
H50	45	300	300	326	434	488	746	848	950	1085	1221

**LONGITUDES DE DESARROLLO (mm). CASO A
HORMIGONES DE AGREGADO LIVIANO**

Tabla 23
 $\alpha = 1,0; \beta = 1,0; f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	546	683	819	1092	1229	1877	2133	2389	2730	3071
H25	20	488	610	733	977	1099	1679	1908	2137	2442	2747
H30	25	437	546	655	874	983	1502	1706	1911	2184	2457
H35	30	399	498	598	797	897	1371	1558	1744	1994	2243
H40	35	369	461	554	738	831	1269	1442	1615	1846	2077
H45	40	345	432	518	691	777	1187	1349	1511	1727	1942
H50	45	326	407	488	651	733	1119	1272	1424	1628	1831

Tabla 24
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,2; f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	568	710	852	1136	1278	1952	2218	2484	2839	3194
H25	20	508	635	762	1016	1143	1746	1984	2222	2539	2857
H30	25	454	568	681	909	1022	1562	1775	1987	2271	2555
H35	30	415	518	622	829	933	1426	1620	1814	2073	2333
H40	35	384	480	576	768	864	1320	1500	1680	1920	2160
H45	40	359	449	539	718	808	1235	1403	1571	1796	2020
H50	45	339	423	508	677	762	1164	1323	1481	1693	1905

Tabla 25
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,2; f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	852	1065	1278	1704	1916	2928	3327	3726	4259	4791
H25	20	762	952	1143	1524	1714	2619	2976	3333	3809	4285
H30	25	681	852	1022	1363	1533	2342	2662	2981	3407	3833
H35	30	622	778	933	1244	1400	2138	2430	2721	3110	3499
H40	35	576	720	864	1152	1296	1980	2250	2520	2879	3239
H45	40	539	673	808	1077	1212	1852	2104	2357	2694	3030
H50	45	508	635	762	1016	1143	1746	1984	2222	2539	2857

LONGITUDES DE DESARROLLO (mm). CASO A
HORMIGONES DE AGREGADO LIVIANO

Tabla 26
 $\alpha = 1,0$; $\beta = 1,2$; $f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	437	546	655	874	983	1502	1706	1911	2184	2457
H25	20	391	488	586	781	879	1343	1526	1709	1953	2198
H30	25	349	437	524	699	786	1201	1365	1529	1747	1966
H35	30	319	399	478	638	718	1097	1246	1396	1595	1794
H40	35	300	369	443	591	664	1015	1154	1292	1477	1661
H45	40	300	345	414	553	622	950	1079	1209	1381	1554
H50	45	300	326	391	521	586	895	1017	1140	1302	1465

Tabla 27
 $\alpha = 1,0$; $\beta = 1,2$; $f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	655	819	983	1310	1474	2252	2559	2867	3276	3686
H25	20	586	733	879	1172	1319	2014	2289	2564	2930	3296
H30	25	524	655	786	1048	1179	1802	2048	2293	2621	2948
H35	30	478	598	718	957	1077	1645	1869	2093	2392	2692
H40	35	443	554	664	886	997	1523	1730	1938	2215	2492
H45	40	414	518	622	829	932	1424	1619	1813	2072	2331
H50	45	391	488	586	781	879	1343	1526	1709	1953	2198

Tabla 28
 $\alpha = 1,3$; $\beta = 1,5^*$; $f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	620	775	930	1240	1395	2131	2421	2712	3099	3487
H25	20	554	693	832	1109	1248	1906	2166	2426	2772	3119
H30	25	496	620	744	992	1116	1705	1937	2170	2480	2790
H35	30	453	566	679	905	1019	1556	1768	1981	2264	2546
H40	35	419	524	629	838	943	1441	1637	1834	2096	2358
H45	40	392	490	588	784	882	1348	1531	1715	1960	2205
H50	45	370	462	554	739	832	1271	1444	1617	1848	2079

* $\alpha \cdot \beta$ no es necesario que sea mayor que 1,7

**LONGITUDES DE DESARROLLO (mm). CASO A
HORMIGONES DE AGREGADO LIVIANO**

Tabla 29
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,5^*; f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	930	1162	1395	1860	2092	3196	3632	4068	4649	5230
H25	20	832	1040	1248	1663	1871	2859	3249	3639	4158	4678
H30	25	744	930	1116	1488	1674	2557	2906	3254	3719	4184
H35	30	679	849	1019	1358	1528	2334	2653	2971	3395	3820
H40	35	629	786	943	1257	1415	2161	2456	2750	3143	3536
H45	40	588	735	882	1176	1323	2022	2297	2573	2940	3308
H50	45	554	693	832	1109	1248	1906	2166	2426	2772	3119

* $\alpha \cdot \beta$ no es necesario que sea mayor que 1,7

Tabla 30
 $\alpha = 1,0; \beta = 1,5; f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	546	683	819	1092	1229	1877	2133	2389	2730	3071
H25	20	488	610	733	977	1099	1679	1908	2137	2442	2747
H30	25	437	546	655	874	983	1502	1706	1911	2184	2457
H35	30	399	498	598	797	897	1371	1558	1744	1994	2243
H40	35	369	461	554	738	831	1269	1442	1615	1846	2077
H45	40	345	432	518	691	777	1187	1349	1511	1727	1942
H50	45	326	407	488	651	733	1119	1272	1424	1628	1831

Tabla 31
 $\alpha = 1,0; \beta = 1,5; f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	819	1024	1229	1638	1843	2815	3199	3583	4095	4607
H25	20	733	916	1099	1465	1648	2518	2861	3205	3663	4121
H30	25	655	819	983	1310	1474	2252	2559	2867	3276	3686
H35	30	598	748	897	1196	1346	2056	2336	2617	2991	3364
H40	35	554	692	831	1107	1246	1903	2163	2423	2769	3115
H45	40	518	647	777	1036	1165	1781	2023	2266	2590	2914
H50	45	488	610	733	977	1099	1679	1908	2137	2442	2747

* $\alpha \cdot \beta$ no es necesario que sea mayor que 1,7

LONGITUDES DE DESARROLLO (mm). CASO B
HORMIGONES DE AGREGADO CORRIENTE

Tabla 32
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,0; f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	546	683	819	1092	1229	1877	2133	2389	2730	3071
H25	20	488	610	733	977	1099	1679	1908	2137	2442	2747
H30	25	437	546	655	874	983	1502	1706	1911	2184	2457
H35	30	399	498	598	797	897	1371	1558	1744	1994	2243
H40	35	369	461	554	738	831	1269	1442	1615	1846	2077
H45	40	345	432	518	691	777	1187	1349	1511	1727	1942
H50	45	326	407	488	651	733	1119	1272	1424	1628	1831

Tabla 33
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,0; f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	819	1024	1229	1638	1843	2815	3199	3583	4095	4607
H25	20	733	916	1099	1465	1648	2518	2861	3205	3663	4121
H30	25	655	819	983	1310	1474	2252	2559	2867	3276	3686
H35	30	598	748	897	1196	1346	2056	2336	2617	2991	3364
H40	35	554	692	831	1107	1246	1903	2163	2423	2769	3115
H45	40	518	647	777	1036	1165	1781	2023	2266	2590	2914
H50	45	488	610	733	977	1099	1679	1908	2137	2442	2747

Tabla 34
 $\alpha = 1,0; \beta = 1,0; f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	420	525	630	840	945	1444	1641	1838	2100	2363
H25	20	376	470	563	751	845	1291	1467	1644	1878	2113
H30	25	336	420	504	672	756	1155	1313	1470	1680	1890
H35	30	307	383	460	613	690	1054	1198	1342	1534	1725
H40	35	300	355	426	568	639	976	1109	1242	1420	1597
H45	40	300	332	398	531	598	913	1038	1162	1328	1494
H50	45	300	313	376	501	563	861	978	1096	1252	1409

**LONGITUDES DE DESARROLLO (mm). CASO B
HORMIGONES DE AGREGADO CORRIENTE**

Tabla 35
 $\alpha = 1,0; \beta = 1,0; f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	630	788	945	1260	1418	2166	2461	2756	3150	3544
H25	20	563	704	845	1127	1268	1937	2201	2465	2817	3170
H30	25	504	630	756	1008	1134	1733	1969	2205	2520	2835
H35	30	460	575	690	920	1035	1582	1797	2013	2300	2588
H40	35	426	532	639	852	958	1464	1664	1864	2130	2396
H45	40	398	498	598	797	897	1370	1556	1743	1992	2241
H50	45	376	470	563	751	845	1291	1467	1644	1878	2113

Tabla 36
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,2; f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	655	819	983	1310	1474	2252	2559	2867	3276	3686
H25	20	586	733	879	1172	1319	2014	2289	2564	2930	3296
H30	25	524	655	786	1048	1179	1802	2048	2293	2621	2948
H35	30	478	598	718	957	1077	1645	1869	2093	2392	2692
H40	35	443	554	664	886	997	1523	1730	1938	2215	2492
H45	40	414	518	622	829	932	1424	1619	1813	2072	2331
H50	45	391	488	586	781	879	1343	1526	1709	1953	2198

Tabla 37
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,2; f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	983	1229	1474	1966	2211	3378	3839	4300	4914	5528
H25	20	879	1099	1319	1758	1978	3022	3434	3846	4395	4945
H30	25	786	983	1179	1572	1769	2703	3071	3440	3931	4423
H35	30	718	897	1077	1435	1615	2467	2804	3140	3589	4037
H40	35	664	831	997	1329	1495	2284	2596	2907	3322	3738
H45	40	622	777	932	1243	1399	2137	2428	2719	3108	3496
H50	45	586	733	879	1172	1319	2014	2289	2564	2930	3296

LONGITUDES DE DESARROLLO (mm). CASO B
HORMIGONES DE AGREGADO CORRIENTE

Tabla 38
 $\alpha = 1,0$; $\beta = 1,2$; $f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	504	630	756	1008	1134	1733	1969	2205	2520	2835
H25	20	451	563	676	902	1014	1550	1761	1972	2254	2536
H30	25	403	504	605	806	907	1386	1575	1764	2016	2268
H35	30	368	460	552	736	828	1265	1438	1610	1840	2070
H40	35	341	426	511	682	767	1171	1331	1491	1704	1917
H45	40	319	398	478	638	717	1096	1245	1395	1594	1793
H50	45	301	376	451	601	676	1033	1174	1315	1503	1690

Tabla 39
 $\alpha = 1,0$; $\beta = 1,2$; $f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	756	945	1134	1512	1701	2599	2953	3308	3780	4253
H25	20	676	845	1014	1352	1521	2324	2641	2958	3381	3804
H30	25	605	756	907	1210	1361	2079	2363	2646	3024	3402
H35	30	552	690	828	1104	1242	1898	2157	2415	2761	3106
H40	35	511	639	767	1022	1150	1757	1997	2236	2556	2875
H45	40	478	598	717	956	1076	1644	1868	2092	2391	2690
H50	45	451	563	676	902	1014	1550	1761	1972	2254	2536

Tabla 40
 $\alpha = 1,3$; $\beta = 1,5^*$; $f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	715	894	1073	1431	1609	2459	2794	3129	3576	4023
H25	20	640	800	960	1279	1439	2199	2499	2799	3199	3599
H30	25	572	715	858	1144	1287	1967	2235	2503	2861	3219
H35	30	522	653	784	1045	1175	1796	2040	2285	2612	2938
H40	35	484	605	725	967	1088	1662	1889	2116	2418	2720
H45	40	452	565	679	905	1018	1555	1767	1979	2262	2545
H50	45	426	533	640	853	960	1466	1666	1866	2132	2399

* $\alpha \cdot \beta$ no es necesario que sea mayor que 1,7

**LONGITUDES DE DESARROLLO (mm). CASO B
HORMIGONES DE AGREGADO CORRIENTE**

Tabla 41
 $\alpha = 1,3$; $\beta = 1,5^*$; $f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	1073	1341	1609	2146	2414	3688	4191	4694	5364	6035
H25	20	960	1200	1439	1919	2159	3299	3749	4198	4798	5398
H30	25	858	1073	1287	1717	1931	2950	3353	3755	4292	4828
H35	30	784	979	1175	1567	1763	2693	3061	3428	3918	4407
H40	35	725	907	1088	1451	1632	2494	2834	3174	3627	4080
H45	40	679	848	1018	1357	1527	2333	2651	2969	3393	3817
H50	45	640	800	960	1279	1439	2199	2499	2799	3199	3599

* $\alpha \cdot \beta$ no es necesario que sea mayor que 1,7

Tabla 42
 $\alpha = 1,0$; $\beta = 1,5$; $f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	630	788	945	1260	1418	2166	2461	2756	3150	3544
H25	20	563	704	845	1127	1268	1937	2201	2465	2817	3170
H30	25	504	630	756	1008	1134	1733	1969	2205	2520	2835
H35	30	460	575	690	920	1035	1582	1797	2013	2300	2588
H40	35	426	532	639	852	958	1464	1664	1864	2130	2396
H45	40	398	498	598	797	897	1370	1556	1743	1992	2241
H50	45	376	470	563	751	845	1291	1467	1644	1878	2113

Tabla 43
 $\alpha = 1,0$; $\beta = 1,5$; $f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	945	1181	1418	1890	2126	3248	3691	4134	4725	5316
H25	20	845	1057	1268	1690	1902	2905	3302	3698	4226	4754
H30	25	756	945	1134	1512	1701	2599	2953	3308	3780	4253
H35	30	690	863	1035	1380	1553	2372	2696	3019	3451	3882
H40	35	639	799	958	1278	1438	2196	2496	2795	3195	3594
H45	40	598	747	897	1195	1345	2054	2335	2615	2988	3362
H50	45	563	704	845	1127	1268	1937	2201	2465	2817	3170

**LONGITUDES DE DESARROLLO (mm). CASO B
HORMIGONES DE AGREGADO LIVIANO**

Tabla 44
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,0; f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	710	887	1065	1420	1597	2440	2773	3105	3549	3993
H25	20	635	794	952	1270	1428	2182	2480	2778	3174	3571
H30	25	568	710	852	1136	1278	1952	2218	2484	2839	3194
H35	30	518	648	778	1037	1166	1782	2025	2268	2592	2916
H40	35	480	600	720	960	1080	1650	1875	2100	2400	2700
H45	40	449	561	673	898	1010	1543	1754	1964	2245	2525
H50	45	423	529	635	846	952	1455	1653	1852	2116	2381

Tabla 45
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,0; f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	1065	1331	1597	2129	2396	3660	4159	4658	5324	5989
H25	20	952	1190	1428	1905	2143	3274	3720	4166	4761	5357
H30	25	852	1065	1278	1704	1916	2928	3327	3726	4259	4791
H35	30	778	972	1166	1555	1749	2673	3037	3402	3888	4374
H40	35	720	900	1080	1440	1620	2475	2812	3149	3599	4049
H45	40	673	842	1010	1347	1515	2315	2630	2946	3367	3788
H50	45	635	794	952	1270	1428	2182	2480	2778	3174	3571

Tabla 46
 $\alpha = 1,0; \beta = 1,0; f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	546	683	819	1092	1229	1877	2133	2389	2730	3071
H25	20	488	610	733	977	1099	1679	1908	2137	2442	2747
H30	25	437	546	655	874	983	1502	1706	1911	2184	2457
H35	30	399	498	598	797	897	1371	1558	1744	1994	2243
H40	35	369	461	554	738	831	1269	1442	1615	1846	2077
H45	40	345	432	518	691	777	1187	1349	1511	1727	1942
H50	45	326	407	488	651	733	1119	1272	1424	1628	1831

**LONGITUDES DE DESARROLLO (mm). CASO B
HORMIGONES DE AGREGADO LIVIANO**

Tabla 47
 $\alpha = 1,0; \beta = 1,0; f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	819	1024	1229	1638	1843	2815	3199	3583	4095	4607
H25	20	733	916	1099	1465	1648	2518	2861	3205	3663	4121
H30	25	655	819	983	1310	1474	2252	2559	2867	3276	3686
H35	30	598	748	897	1196	1346	2056	2336	2617	2991	3364
H40	35	554	692	831	1107	1246	1903	2163	2423	2769	3115
H45	40	518	647	777	1036	1165	1781	2023	2266	2590	2914
H50	45	488	610	733	977	1099	1679	1908	2137	2442	2747

Tabla 48
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,2; f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	852	1065	1278	1704	1916	2928	3327	3726	4259	4791
H25	20	762	952	1143	1524	1714	2619	2976	3333	3809	4285
H30	25	681	852	1022	1363	1533	2342	2662	2981	3407	3833
H35	30	622	778	933	1244	1400	2138	2430	2721	3110	3499
H40	35	576	720	864	1152	1296	1980	2250	2520	2879	3239
H45	40	539	673	808	1077	1212	1852	2104	2357	2694	3030
H50	45	508	635	762	1016	1143	1746	1984	2222	2539	2857

Tabla 49
 $\alpha = 1,3; \beta = 1,2; f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	1278	1597	1916	2555	2875	4392	4991	5590	6388	7187
H25	20	1143	1428	1714	2286	2571	3928	4464	5000	5714	6428
H30	25	1022	1278	1533	2044	2300	3514	3993	4472	5111	5749
H35	30	933	1166	1400	1866	2099	3207	3645	4082	4665	5248
H40	35	864	1080	1296	1728	1944	2969	3374	3779	4319	4859
H45	40	808	1010	1212	1616	1818	2778	3156	3535	4040	4545
H50	45	762	952	1143	1524	1714	2619	2976	3333	3809	4285

LONGITUDES DE DESARROLLO (mm). CASO B
HORMIGONES DE AGREGADO LIVIANO

Tabla 50
 $\alpha = 1,0$; $\beta = 1,2$; $f_y = 280$ MPa

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	655	819	983	1310	1474	2252	2559	2867	3276	3686
H25	20	586	733	879	1172	1319	2014	2289	2564	2930	3296
H30	25	524	655	786	1048	1179	1802	2048	2293	2621	2948
H35	30	478	598	718	957	1077	1645	1869	2093	2392	2692
H40	35	443	554	664	886	997	1523	1730	1938	2215	2492
H45	40	414	518	622	829	932	1424	1619	1813	2072	2331
H50	45	391	488	586	781	879	1343	1526	1709	1953	2198

Tabla 51
 $\alpha = 1,0$; $\beta = 1,2$; $f_y = 420$ MPa

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	983	1229	1474	1966	2211	3378	3839	4300	4914	5528
H25	20	879	1099	1319	1758	1978	3022	3434	3846	4395	4945
H30	25	786	983	1179	1572	1769	2703	3071	3440	3931	4423
H35	30	718	897	1077	1435	1615	2467	2804	3140	3589	4037
H40	35	664	831	997	1329	1495	2284	2596	2907	3322	3738
H45	40	622	777	932	1243	1399	2137	2428	2719	3108	3496
H50	45	586	733	879	1172	1319	2014	2289	2564	2930	3296

Tabla 52
 $\alpha = 1,3$; $\beta = 1,5^*$; $f_y = 280$ MPa

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	930	1162	1395	1860	2092	3196	3632	4068	4649	5230
H25	20	832	1040	1248	1663	1871	2859	3249	3639	4158	4678
H30	25	744	930	1116	1488	1674	2557	2906	3254	3719	4184
H35	30	679	849	1019	1358	1528	2334	2653	2971	3395	3820
H40	35	629	786	943	1257	1415	2161	2456	2750	3143	3536
H45	40	588	735	882	1176	1323	2022	2297	2573	2940	3308
H50	45	554	693	832	1109	1248	1906	2166	2426	2772	3119

* $\alpha \cdot \beta$ no es necesario que sea mayor que 1,7

**LONGITUDES DE DESARROLLO (mm). CASO B
HORMIGONES DE AGREGADO LIVIANO**

Tabla 53
 $\alpha = 1,3$; $\beta = 1,5^*$; $f_y = 420$ MPa

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	1395	1743	2092	2790	3138	4794	5448	6102	6974	7846
H25	20	1248	1559	1871	2495	2807	4288	4873	5458	6238	7017
H30	25	1116	1395	1674	2232	2511	3836	4359	4882	5579	6276
H35	30	1019	1273	1528	2037	2292	3501	3979	4456	5093	5730
H40	35	943	1179	1415	1886	2122	3242	3684	4126	4715	5305
H45	40	882	1103	1323	1764	1985	3032	3446	3859	4411	4962
H50	45	832	1040	1248	1663	1871	2859	3249	3639	4158	4678

* $\alpha \cdot \beta$ no es necesario que sea mayor que 1,7

Tabla 54
 $\alpha = 1,0$; $\beta = 1,5$; $f_y = 280$ MPa

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	819	1024	1229	1638	1843	2815	3199	3583	4095	4607
H25	20	733	916	1099	1465	1648	2518	2861	3205	3663	4121
H30	25	655	819	983	1310	1474	2252	2559	2867	3276	3686
H35	30	598	748	897	1196	1346	2056	2336	2617	2991	3364
H40	35	554	692	831	1107	1246	1903	2163	2423	2769	3115
H45	40	518	647	777	1036	1165	1781	2023	2266	2590	2914
H50	45	488	610	733	977	1099	1679	1908	2137	2442	2747

Tabla 55
 $\alpha = 1,0$; $\beta = 1,5$; $f_y = 420$ MPa

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	1229	1536	1843	2457	2764	4223	4799	5375	6143	6910
H25	20	1099	1374	1648	2198	2472	3777	4292	4807	5494	6181
H30	25	983	1229	1474	1966	2211	3378	3839	4300	4914	5528
H35	30	897	1121	1346	1794	2019	3084	3505	3925	4486	5047
H40	35	831	1038	1246	1661	1869	2855	3245	3634	4153	4672
H45	40	777	971	1165	1554	1748	2671	3035	3399	3885	4370
H50	45	733	916	1099	1465	1648	2518	2861	3205	3663	4121

* $\alpha \cdot \beta$ no es necesario que sea mayor que 1,7

3.1.2 Longitud de desarrollo para barras en compresión

- 1- La longitud de desarrollo no debe ser menor que 200 mm
- 2- La longitud de desarrollo básica (mm) no debe ser menor que la indicada en la Tabla 56.
- 3- La longitud de desarrollo básica (mm) para las distintas calidades de hormigón, debe ser la mostrada en las Tablas 57 y 58.
- 4- Los factores de modificación de la longitud de desarrollo, están dados por los siguientes puntos:
 - a) Si la armadura excede lo requerido, se puede multiplicar la longitud de desarrollo básica ℓ_{db} por el cuociente: $(A_s \text{ requerido} / A_s \text{ proporcionado})$
 - b) Si la armadura está confinada por una espiral de no menos que 6 mm de diámetro y no más que 100 mm de paso, o dentro de amarras $\varnothing 12$ y espaciados a distancias no mayores que 100 mm medido entre centros, se puede multiplicar la longitud de desarrollo básica, por el factor 0,75.

3.1.2.1 TABLAS DE LONGITUDES BASICAS DE DESARROLLO PARA BARRAS EN COMPRESION

Las cifras que se presentan en forma destacada, en las tablas 56, 57 y 58, han sido ajustadas a la longitud mínima de 200 mm de desarrollo exigida, dado que el cálculo determinó valores menores a los requeridos por el Código ACI 318.

Tabla 56
Longitud de desarrollo básica mínima para barras en compresión

Diámetro de las barras, (mm)	f_y (MPa)	
	280	420
8	200	200
10	200	200
12	200	205
16	200	270
18	205	305
22	250	370
25	280	420
28	315	470
32	360	540
36	405	605

Tabla 57
Longitud de desarrollo básica para $f_y = 280$ MPa

Grado del Hormigón	Resistencia Especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	200	200	210	280	315	385	438	490	560	630
H25	20	200	200	200	250	282	344	391	438	501	563
H30	25	200	200	200	224	252	308	350	392	448	504
H35	30	200	200	200	204	230	281	320	358	409	460
H40	35	200	200	200	200	213	260	296	331	379	426
H45	40	200	200	200	200	200	243	277	310	354	398
H50	45	200	200	200	200	200	230	261	292	334	376

Tabla 58
Longitud de desarrollo básica para $f_y = 420$ MPa

Grado del Hormigón	Resistencia Especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	210	263	315	420	473	578	656	735	840	945
H25	20	200	235	282	376	423	517	587	657	751	845
H30	25	200	210	252	336	378	462	525	588	672	756
H35	30	200	200	230	307	345	422	479	537	613	690
H40	35	200	200	213	284	319	390	444	497	568	639
H45	40	200	200	200	266	299	365	415	465	531	598
H50	45	200	200	200	250	282	344	391	438	501	563

3.1.3 Longitud de desarrollo para barras con ganchos

1. La longitud de desarrollo para barras con ganchos en tracción (ℓ_{dh}) se debe calcular como el producto de la longitud de desarrollo básica (ℓ_{hb}) de las Tablas 59 y 60 y los factores de modificación de la Tabla 61.
2. La longitud de desarrollo calculada según el párrafo anterior, no debe ser menor que $8d_b$ ni menor que 150 mm.
3. La longitud de desarrollo básica para una barra con gancho con $f_y = 280$ MPa es la indicada en la Tabla 59.
4. La longitud de desarrollo básica para una barra con gancho con $f_y = 420$ MPa es la indicada en la tabla 60.

3.1.3.1 TABLAS DE LONGITUDES BASICAS DE DESARROLLO PARA BARRAS CON GANCHO

Las cifras que se presentan en forma destacada, en las tablas 59 y 60, han sido ajustadas a la longitud mínima de 150 mm de desarrollo exigida, dado que el cálculo determinó valores menores a los requeridos por el Código ACI 318.

Tabla 59
Longitud básica de desarrollo para una barra con gancho con
 $f_y = 280 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	150	167	200	267	300	367	417	467	533	600
H25	20	150	150	179	239	268	328	373	417	477	537
H30	25	150	150	160	213	240	293	333	373	427	480
H35	30	150	150	150	195	219	268	304	341	389	438
H40	35	150	150	150	180	203	248	282	316	361	406
H45	40	150	150	150	169	190	232	264	295	337	379
H50	45	150	150	150	159	179	219	248	278	318	358

Tabla 60
Longitud básica de desarrollo para una barra con gancho con
 $f_y = 420 \text{ MPa}$

Grado del hormigón	Resistencia especificada f'_c [MPa]	Diámetro de la barra [mm]									
		8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
H20	16	200	250	300	400	450	550	625	700	800	900
H25	20	179	224	268	358	402	492	559	626	716	805
H30	25	160	200	240	320	360	440	500	560	640	720
H35	30	150	183	219	292	329	402	456	511	584	657
H40	35	150	169	203	270	304	372	423	473	541	609
H45	40	150	158	190	253	285	348	395	443	506	569
H50	45	150	150	179	239	268	328	373	417	477	537

Tabla 61
Factores de modificación para barras con gancho

Factor	Condición	Valor
Recubrimiento de hormigón	Para barras con recubrimiento lateral (normales al plano del gancho) no menor de 60 mm, y para ganchos de 90°, con recubrimiento en la extensión de la barra, más allá del gancho, no menor de 50 mm.	0,7
Amarras o estribos	Para barras con ganchos confinados vertical u horizontalmente por amarras o estribos-amarras espaciados a lo largo de la longitud de desarrollo total l_{dh} a no más de $3 d_b$, donde d_b es el diámetro de la barra con gancho.	0,8
Armadura en exceso	Cuando no se requiera específicamente anclaje o longitud de desarrollo para f_y , y se dispone de armadura en exceso al requerido por el análisis.	$\frac{A_s \text{ requerido}}{A_s \text{ proporcionado}}$
Hormigón con agregado liviano		1,3
Armadura con recubrimiento epóxico	Barras con gancho que van cubiertas con epóxico.	1,2

- Para el desarrollo de barras en compresión, los ganchos no deben ser considerados como efectivos.
(VER FIGURAS 4, 5 y 6)

Figura 4
Anclaje para barras en tracción

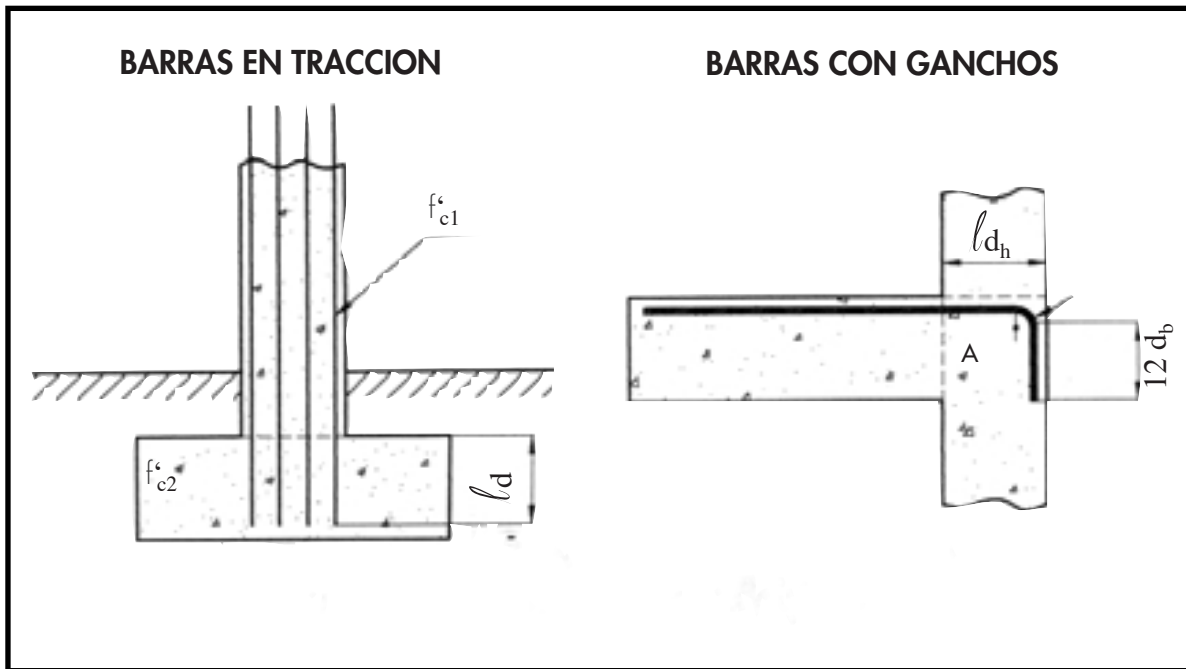


Figura 5
Detalle de doblado de las barras para desarrollar el gancho estandar

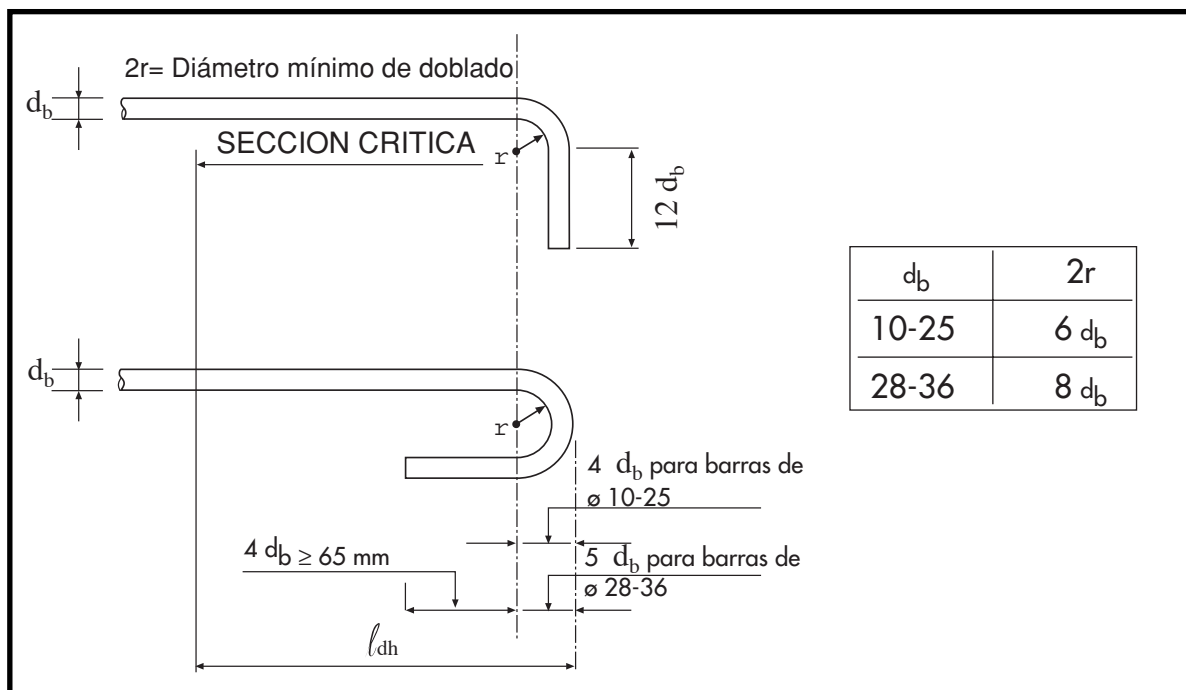


Figura 6
Ejemplo de armadura de losas

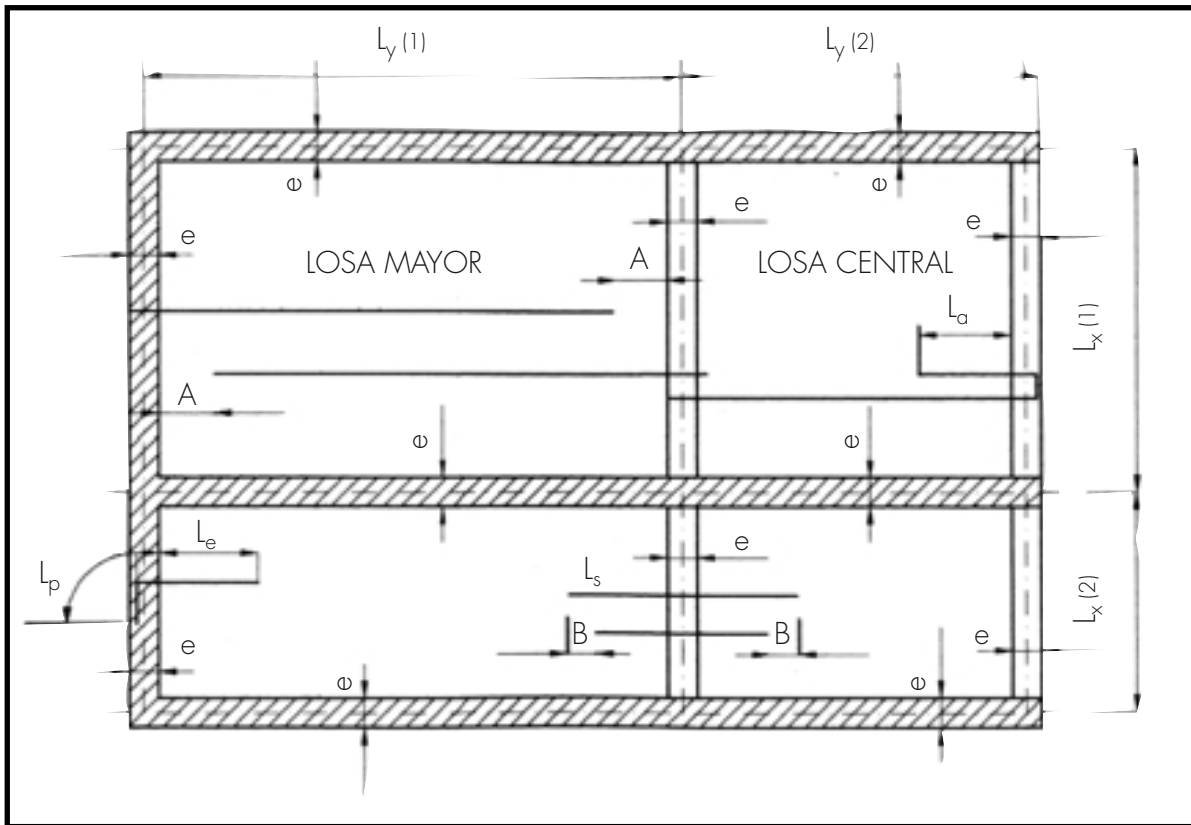


TABLA DE DESCUENTOS		
LUZ MENOR (LOSA MAYOR) [m]	A [cm]	B [cm]
0.00 - 2.50	30	25
2.51 - 3.00	35	25
3.01 - 3.50	40	25
3.51 - 4.00	45	30
4.01 - 4.50	50	30
4.51 - 5.00	55	30
5.01 - 5.50	60	35
5.51 - 6.00	65	35
6.01 - 7.00	70	40
7.01 - 8.00	70	45
8.01 - y más	70	50

ϕ [mm]	K [cm]
8	10
10	15
12	20
16	25

NOMENCLATURA
L_y = LUZ MAYOR DE LA LOSA
L_x = LUZ MENOR DE LA LOSA
L_s = LARGO SUPLE
L_e = LARGO EXTREMO
L_a = LARGO ANCLAJE
L_p = LARGO EMPOTRAMIENTO

TABLA DE FORMULAS
$L_s = 0,5 \times L_x + e + K$
$L_e = 0,25 \times L_x + e + K/2$
$L_a = 0,12 \times L_x + e$
$L_p = 40 \times \phi + 10 \text{ cm}$

3.2 EMPALMES DE LAS ARMADURAS

3.2.1 Empalmes de barras sometidas a tracción

1.- La longitud mínima de traslape en tracción debe ser la requerida para empalmes clase A o B, pero no menor que 300 mm, donde:

Traslape clase A..... $1,0 \ell_d$
Traslape clase B..... $1,3 \ell_d$

Donde ℓ_d no contempla el factor de corrección por exceso de armadura.

2.- Los traslapes de alambres y barras con resaltes sujetos a tracción deben ser traslapes clase B. Sólo se admiten traslapes clase A cuando:

- (a) el área de armadura proporcionado es al menos el doble que el requerido por análisis a todo lo largo del traslape, o
- (b) la mitad, o menos de la armadura total está traslapada dentro de la longitud de traslape requerido.

Tabla 62
Traslapes de tracción

$\frac{A_s \text{ proporcionado}}{A_s \text{ requerido}}$	Porcentaje máximo de A_s traslapado en la longitud requerida para dicho traslape	
	50%	100%
Igual o mayor que 2	Clase A	Clase B
Menor que 2	Clase B	Clase B

3.2.2 Empalmes de barras sometidas a compresión

1.- La longitud de traslape no debe ser menor que 300 mm. Para f'_c menor que 20 MPa, la longitud de traslape debe incrementarse en $1/3$.

2.- La longitud de traslape para barras en compresión debe ser las mostradas en las Tablas 63 y 64.

3.- Cuando se traslapan barras de diferente diámetro en compresión, la longitud de traslape debe ser mayor que:

- (a) la longitud de desarrollo de la barra de tamaño mayor.
- (b) la longitud de traslape de la barra de diámetro menor.

Tabla 63
Longitud de traslape para barras en compresión para
 $f_y = 280 \text{ MPa}$

Diámetro de la barra	Longitud de traslape (mm)
8	300
10	300
12	300
16	310
18	350
22	430
25	490
28	550
32	630
36	710

Tabla 64
Longitud de traslape para barras en compresión para
 $f_y = 420 \text{ MPa}$

Diámetro de la barra	Longitud de traslape (mm)
8	300
10	300
12	350
16	470
18	530
22	650
25	740
28	820
32	940
36	1060

Nota: Las cifras destacadas han sido ajustadas a 300 mm, dado que el cálculo determinó valores menores al mínimo exigido por el código ACI 318