

APÊNDICES

APÊNDICE A

Troncos de Cone Porosos

Porosidade e Permeabilidade

Determinação

A₁ - Determinação da porosidade dos troncos de cone filtrantes

A porosidade (E) é um parâmetro importante no estudo dos hidrociclones filtrantes. Durante as simulações dos escoamentos nestes equipamentos, foi necessário fornecer ao simulador, na condição de contorno *porous zone*, um valor médio de porosidade.

Para tanto, nesta seção, são apresentados uma metodologia e um valor experimental médio para a porosidade dos troncos de cone de bronze sinterizado utilizados neste trabalho. Assim, consideremos a Figura A₁.

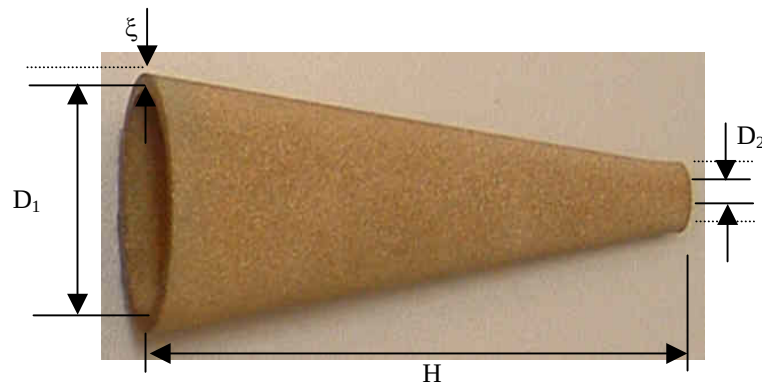


Figura A₁ – Dimensões características de um tronco de cone

Inicialmente, deve-se conhecer o volume total ocupado pela massa de bronze sinterizado, o qual pode ser calculado pela Eq. A₁.

$$V_T = \frac{1}{3} \pi H [R_1 \xi + R_2 \xi + \xi^2] \quad (A_1)$$

A massa de cada cone sinterizado foi anotada antes (M_1) e depois (M_2) do processo de colmatção com a suspensão de rocha fosfática para se ter uma avaliação da quantidade de material particulado que de fato adentrou em parte dos poros existentes. As densidades da rocha fosfática e do bronze sinterizado, necessárias aos cálculos dos volumes, foram $2,98 \text{ g.cm}^{-3}$ (LSP-UFU) e $5,50 \text{ g.cm}^{-3}$ (Metalsinter Ltda.), respectivamente.

Assim, as principais dimensões geométricas e as massas dos cones colmatados e limpos são apresentadas na Tabela A₁.

Tabela A₁ – Dimensões geométricas e massas dos cones colmatados e limpos

Cones	R₁ (cm)	R₂ (cm)	H (cm)	ξ (cm)	M₁ (g)	M₂ (g)
– α	0,285	1,49	15,88	0,26	105,29	117,50
-1	0,267	1,53	12,95	0,27	115,00	116,00
0	0,250	1,48	9,80	0,26	74,06	75,62
+1	0,295	1,51	8,00	0,25	62,23	64,09
+ α	0,260	1,52	7,10	0,26	53,72	55,37

O volume total (V_T), o volume de bronze (V_B), o volume de rocha fosfática (V_{RF}) e o volume de poros de cada tronco de cone (V_P) estão consignados na Tabela A₂, bem como os respectivos valores de porosidade (E).

Tabela A₂ – Valores para V_T , V_B , V_{RF} , V_P e E

Cones	V_T (cm³)	V_B (cm³)	V_{RF} (cm³)	V_P (cm³)	E (%)
– α	26,46	19,14	4,09	3,23	12,17
-1	22,70	20,91	0,33	1,46	6,43
0	16,14	13,47	0,52	2,15	13,31
+1	12,91	11,31	0,62	0,98	7,53
+ α	11,57	9,77	0,55	1,25	10,83

Portanto, devido à possível distribuição anisotrópica dos poros em cada um dos cones de bronze sinterizado, foi tomada uma porosidade média ($\bar{E}$) para o processo de simulação, cujo valor encontrado e utilizado foi de aproximadamente 10%.

A₂ – Determinação da permeabilidade dos troncos de cone filtrantes

Da mesma forma, a permeabilidade dos troncos de cone de bronze sinterizado (K_m) é um importante parâmetro no estudo dos hidrociclones filtrantes, principalmente nas simulações do escoamento de fluido no interior desses separadores.

Em tese, os troncos de cone deveriam possuir entre si, permeabilidades próximas, haja vista que foram confeccionados nas mesmas condições operacionais de sinterização (Metalsinter Ltda.), distinguindo-se apenas quanto às dimensões.

Para tanto, foi desenvolvida uma metodologia para a caracterização das permeabilidades dos troncos de cones utilizados neste trabalho. Assim, consideremos as principais dimensões geométricas dos troncos de cone e escoamento incompressível, unidirecional e darcyano, de acordo com Figura A₂.

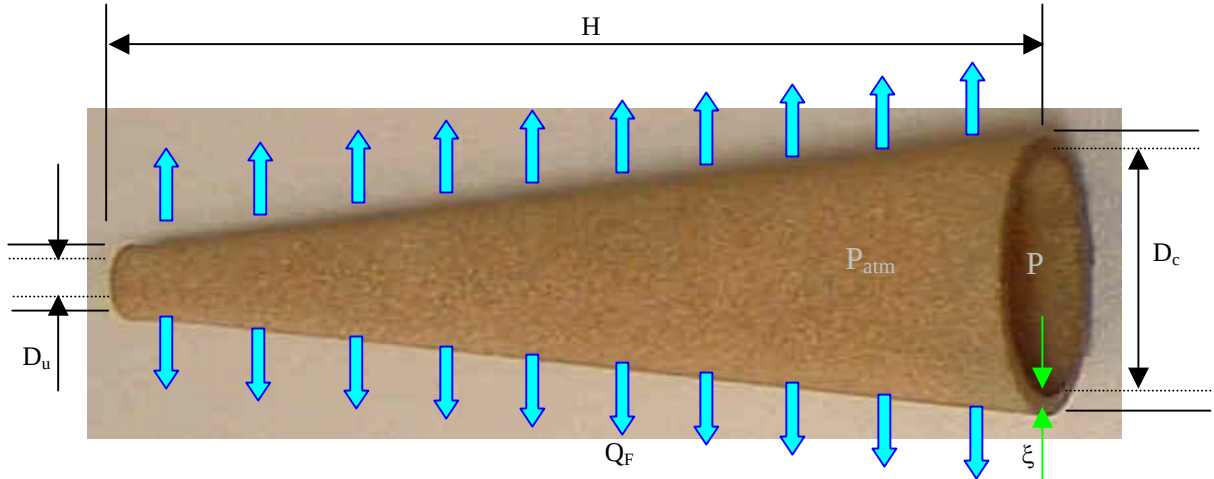


Figura A₂ – Dimensões características do tronco de cone filtrante, mostrando um escoamento incompressível, unidirecional e darcyano de filtrado através da parede

Considerando válidas as condições de escoamento Darcyano (lento), incompressível e apenas na posição radial (unidirecional), a equação do movimento resulta:

$$-\frac{dP}{dr} = \frac{\mu}{K_m} q = \frac{\mu}{K_m} \frac{Q_F}{A_{lateral}} \quad (A_2)$$

onde: $A_{lateral}$ representa a área lateral do tronco de cone;

K_m a permeabilidade do meio filtrante;

P a pressão;

q a velocidade superficial do fluido;

Q_F a vazão volumétrica de filtrado;

r a posição na direção radial;

μ a viscosidade do fluido;

Para a geometria utilizada neste trabalho, os troncos de cone abertos fornecem trapézios com as bases iguais a πD_c e πD_u , respectivamente e altura H .

É interessante comentar, que as bases deste trapézio variam com a espessura do tronco de cone e, portanto, a área lateral pode torna-se um função do raio inferior. A equação que permite o cálculo da área lateral de um tronco de cone de base inferior igual a

$2\pi r$ ($D_u/2 \leq r \leq D_u/2 + \xi$) e altura (H) e que mantenha a relação entre as bases inferior e superior igual a D_u/D_c é dada por:

$$A_{lateral} = 2\pi rH + \frac{\pi}{2} H (D_c - D_u) \quad (A_3)$$

De posse da equação anterior, substituindo-a na Equação (A₂), tem-se:

$$-dP = \frac{\mu}{K_m} Q_F \frac{dr}{2\pi rH + \frac{\pi}{2} H (D_c - D_u)} \quad (A_4)$$

Reorganizando os termos da Equação (A₄) pode ser feita a seguinte integração:

$$-\int_P^{P_{atm}} dP = Q_F \frac{\mu}{K_m} \int_{\frac{1}{2}D_u}^{\frac{1}{2}D_u + \xi} \frac{1}{\left[2\pi rH + \frac{\pi}{2} H (D_c - D_u) \right]} dr \quad (A_5)$$

Resolvendo as integrais anteriores obtém-se:

$$-P + P_{atm} = \frac{\mu}{K_m} \frac{1}{2\pi H} \ln \left(\frac{D_u + D_c + 4\xi}{D_u + D_c} \right) Q_F \quad (A_6)$$

Considerando ψ como uma constante, de acordo com Equação (A₇), e reorganizando a Equação (A₆), pode-se obter a equação (A₈):

$$\frac{1}{\psi} = \frac{1}{2\pi H} \frac{\mu}{K_m} \ln \left(\frac{D_u + D_c + 4\xi}{D_u + D_c} \right) \quad (A_7)$$

$$Q_F = \psi [-\Delta P] \quad (A_8)$$

Assim, a partir das equações anteriores e das medidas experimentais de queda de pressão e vazão volumétrica de filtrado (água à 25°C), pode-se perfeitamente estimar ψ e depois obter o valor da permeabilidade dos troncos de cone.

Na Tabela A₃ estão contidos os valores de queda de pressão e de vazão de filtrado obtidos experimentalmente.

Tabela A₃ – Valores experimentais de queda de pressão e vazão de filtrado

Cone + α		Cone +1		Cone 0		Cone -1	
$-\Delta P$ (Pa)	Q_F (cm ³ .s ⁻¹)	$-\Delta P$ (Pa)	Q_F (cm ³ .s ⁻¹)	$-\Delta P$ (Pa)	Q_F (cm ³ .s ⁻¹)	$-\Delta P$ (Pa)	Q_F (cm ³ .s ⁻¹)
0	0	0	0	0	0	0	0
10000	$3,80.10^{-8}$	10000	$2,65.10^{-8}$	10000	2,56	10000	$2,10.10^{-8}$
20000	$5,24.10^{-8}$	20000	$4,02.10^{-8}$	20000	3,73	20000	$3,38.10^{-8}$
30000	$6,16.10^{-8}$	30000	$5,52.10^{-8}$	30000	4,68	30000	$4,53.10^{-8}$
40000	$7,04.10^{-8}$	40000	$6,66.10^{-8}$	40000	5,82	40000	$5,83.10^{-8}$
50000	$8,53.10^{-8}$	50000	$7,38.10^{-8}$	50000	6,88	50000	$7,50.10^{-8}$
60000	$8,88.10^{-8}$	60000	$8,48.10^{-8}$	60000	8,16	60000	$8,77.10^{-8}$
80000	$9,78.10^{-8}$	70000	$9,33.10^{-8}$	70000	9,02	70000	$9,96.10^{-8}$
100000	$1,14.10^{-7}$	80000	$9,36.10^{-8}$	80000	1,04	80000	$1,19.10^{-7}$
120000	$1,48.10^{-7}$	90000	$1,07.10^{-7}$	90000	1,15	90000	$1,33.10^{-7}$
140000	$2,65.10^{-7}$	100000	$1,28.10^{-7}$	100000	1,30	100000	$1,49.10^{-7}$
150000	$2,35.10^{-7}$	110000	$1,17.10^{-7}$	110000	1,47	110000	$1,68.10^{-7}$
160000	$3,47.10^{-7}$	120000	$1,54.10^{-7}$	120000	1,69	120000	$1,92.10^{-7}$
170000	$3,80.10^{-7}$	130000	$2,03.10^{-7}$	130000	2,02	130000	$2,34.10^{-7}$

A partir da tabela anterior, os valores de ψ e de K_m são apresentados na Tabela A₄.

Tabela A₄ – ψ e K_m

Cones	ψ (m ³ .s ⁻¹ .Pa ⁻¹)	K_m (m ²)
+ α	$1,68.10^{-12}$	$9,49.10^{-16}$
+ 1	$1,32.10^{-12}$	$6,42.10^{-16}$
0	$1,39.10^{-12}$	$5,67.10^{-16}$
- 1	$1,57.10^{-12}$	$4,95.10^{-16}$

Logo, foi tomada uma permeabilidade média ($\bar{K}_m$) para o processo de simulação, cujo valor encontrado e utilizado foi de $6,63.10^{-16} \text{ m}^2$.

APÊNDICE B

Hidrociclones Filtrantes

Simulações

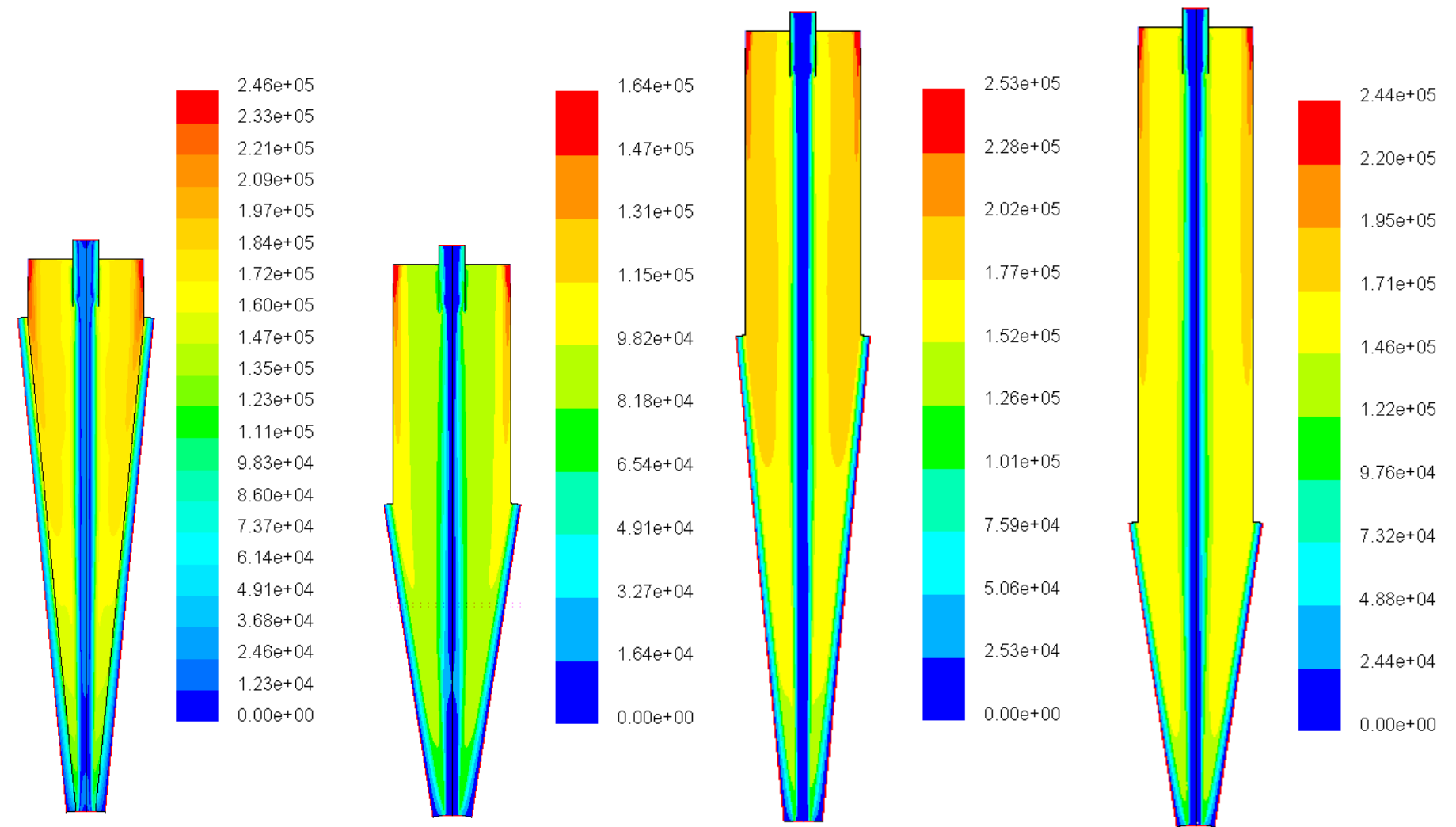


Figura B₁ – Perfis de Pressão Total (Pa) para os Hidrociclones Filtrantes HF₁, HF₂, HF₃ e HF₄, respectivamente.

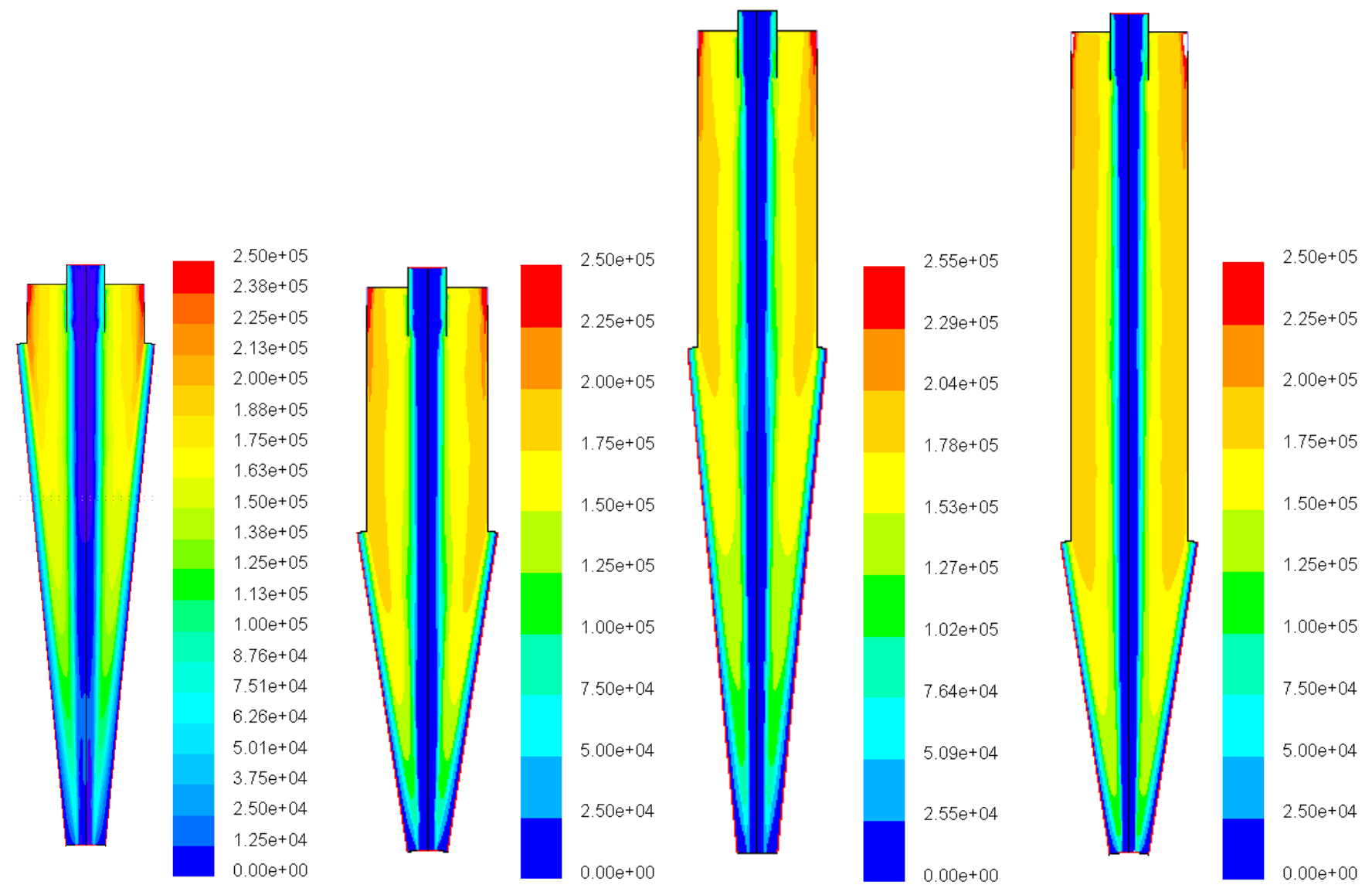


Figura B₂ – Perfis de Pressão Total (Pa) para os Hidrociclones Filtrantes HF₅, HF₆, HF₇ e HF₈, respectivamente.

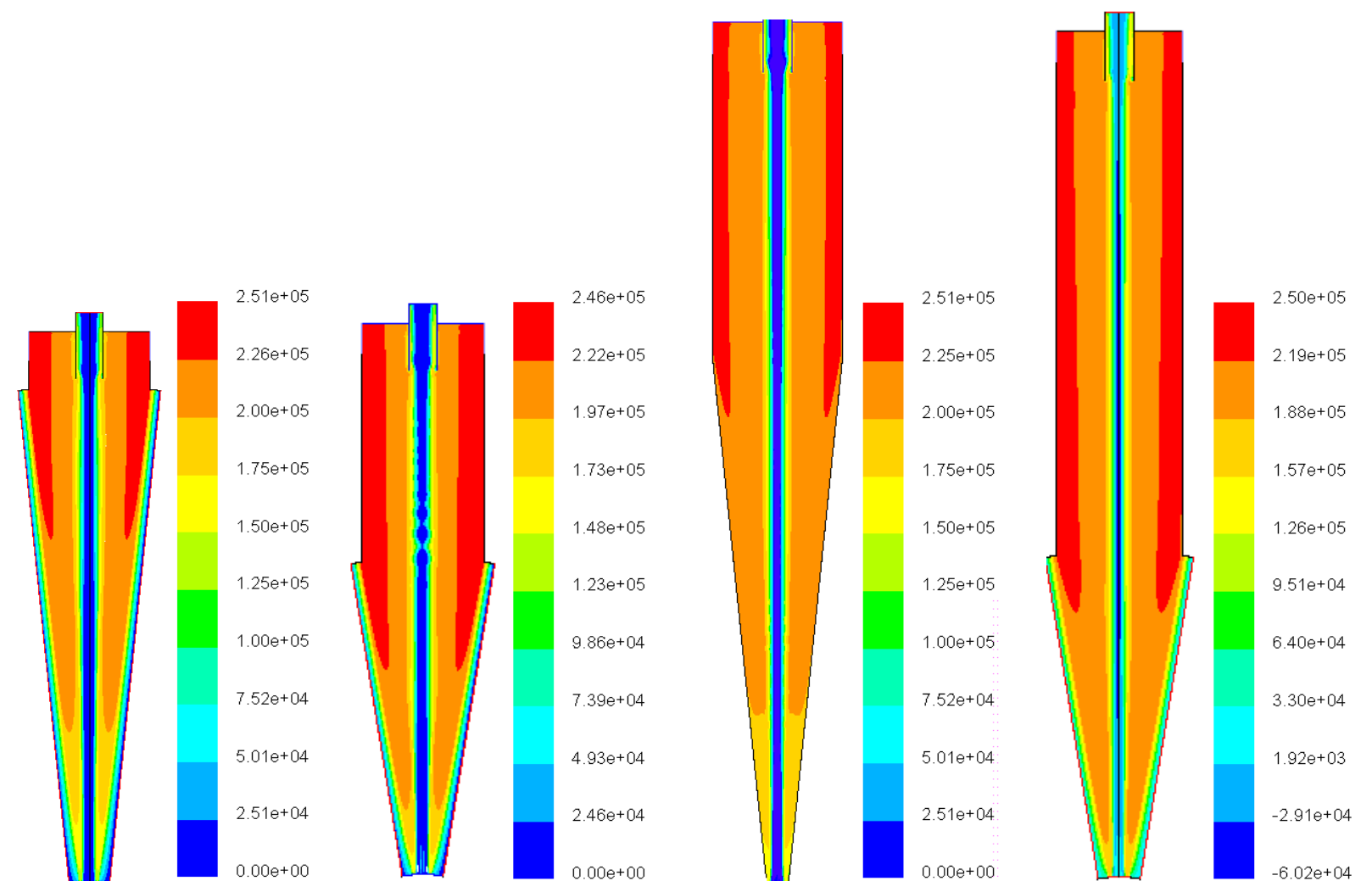


Figura B₃ – Perfis de Pressão Total (Pa) para os Hidrociclones Filtrantes HF₉, HF₁₀, HF₁₁ e HF₁₂, respectivamente.

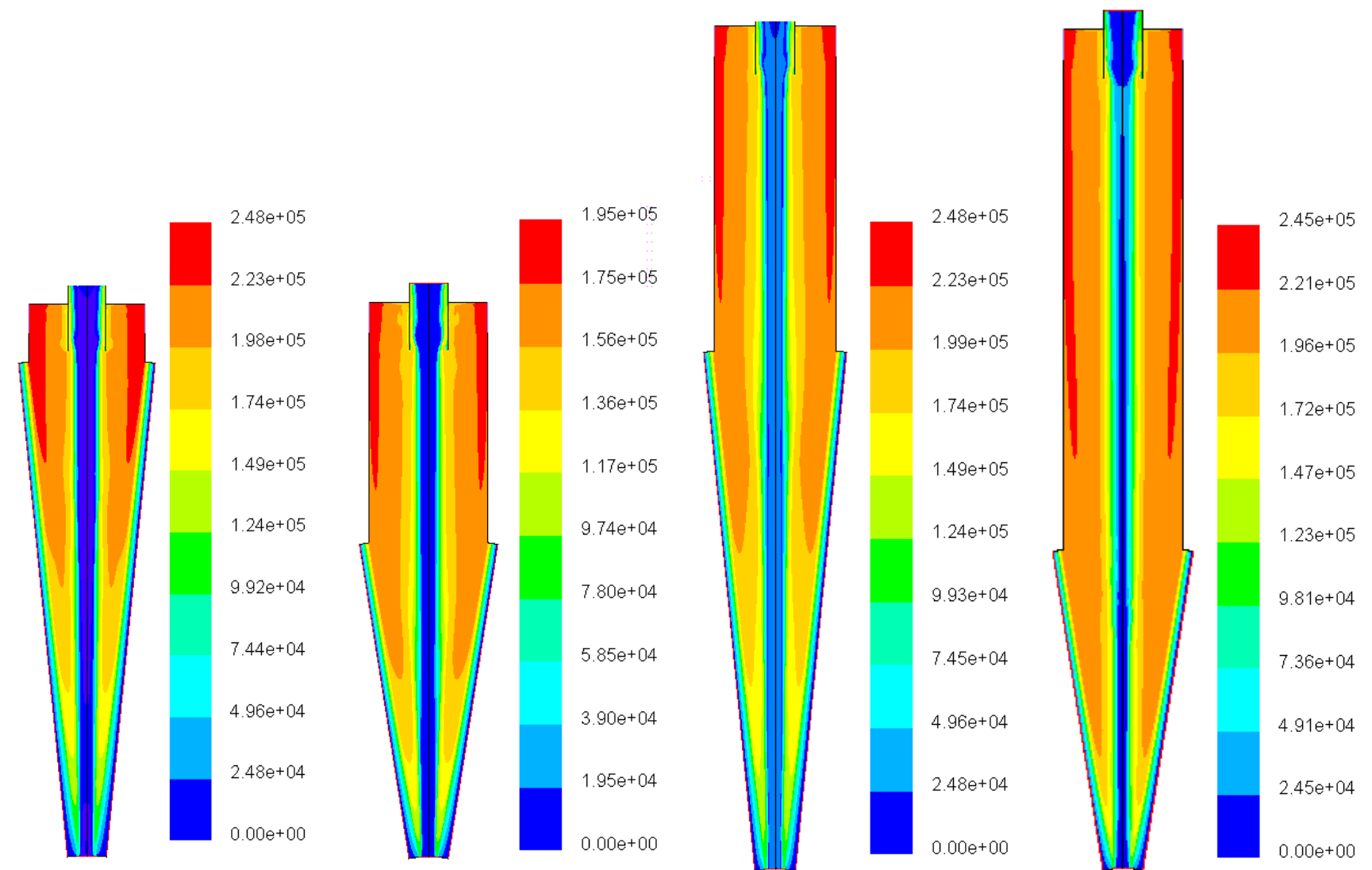


Figura B₄ – Perfis de Pressão Total (Pa) para os Hidrociclones Filtrantes HF₁₃, HF₁₄, HF₁₅ e HF₁₆, respectivamente.

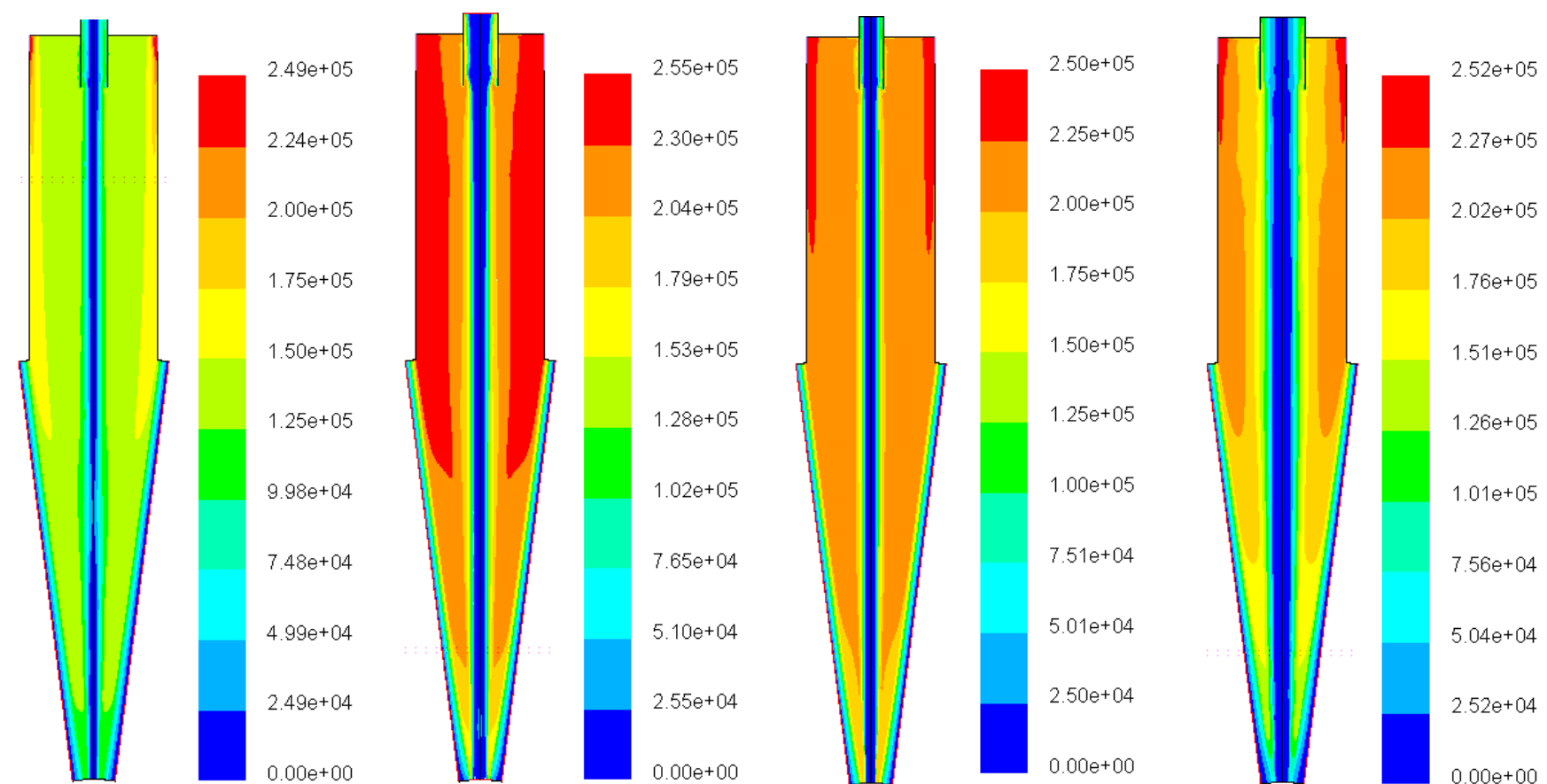


Figura B₅ – Perfis de Pressão Total (Pa) para os Hidrociclones Filtrantes HF₁₇, HF₁₈, HF₁₉ e HF₂₀, respectivamente.

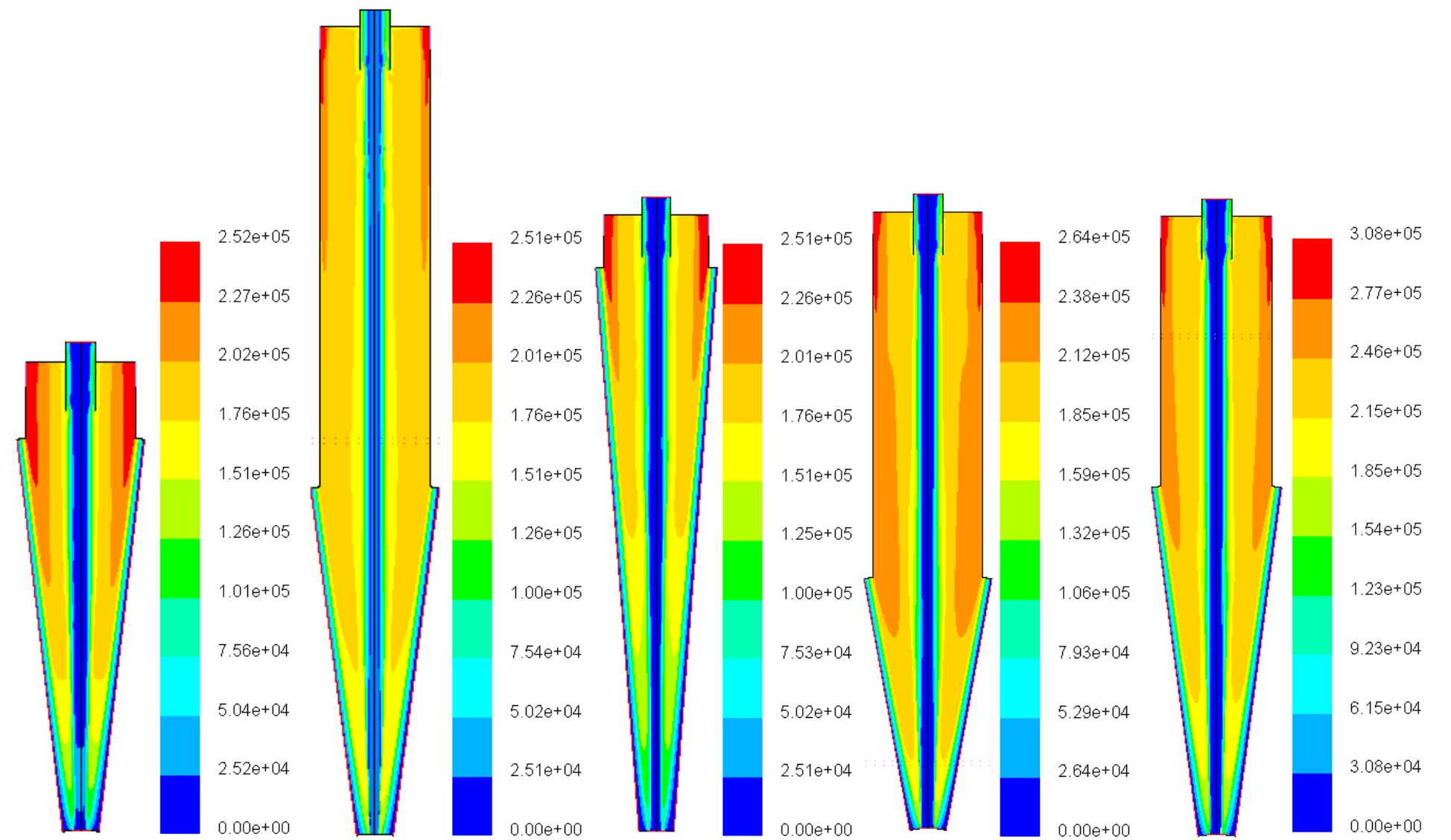


Figura B₆ – Perfis de Pressão Total (Pa) para os Hidrociclones Filtrantes HF₂₁, HF₂₂, HF₂₃, HF₂₄ e HF₂₅, respectivamente.

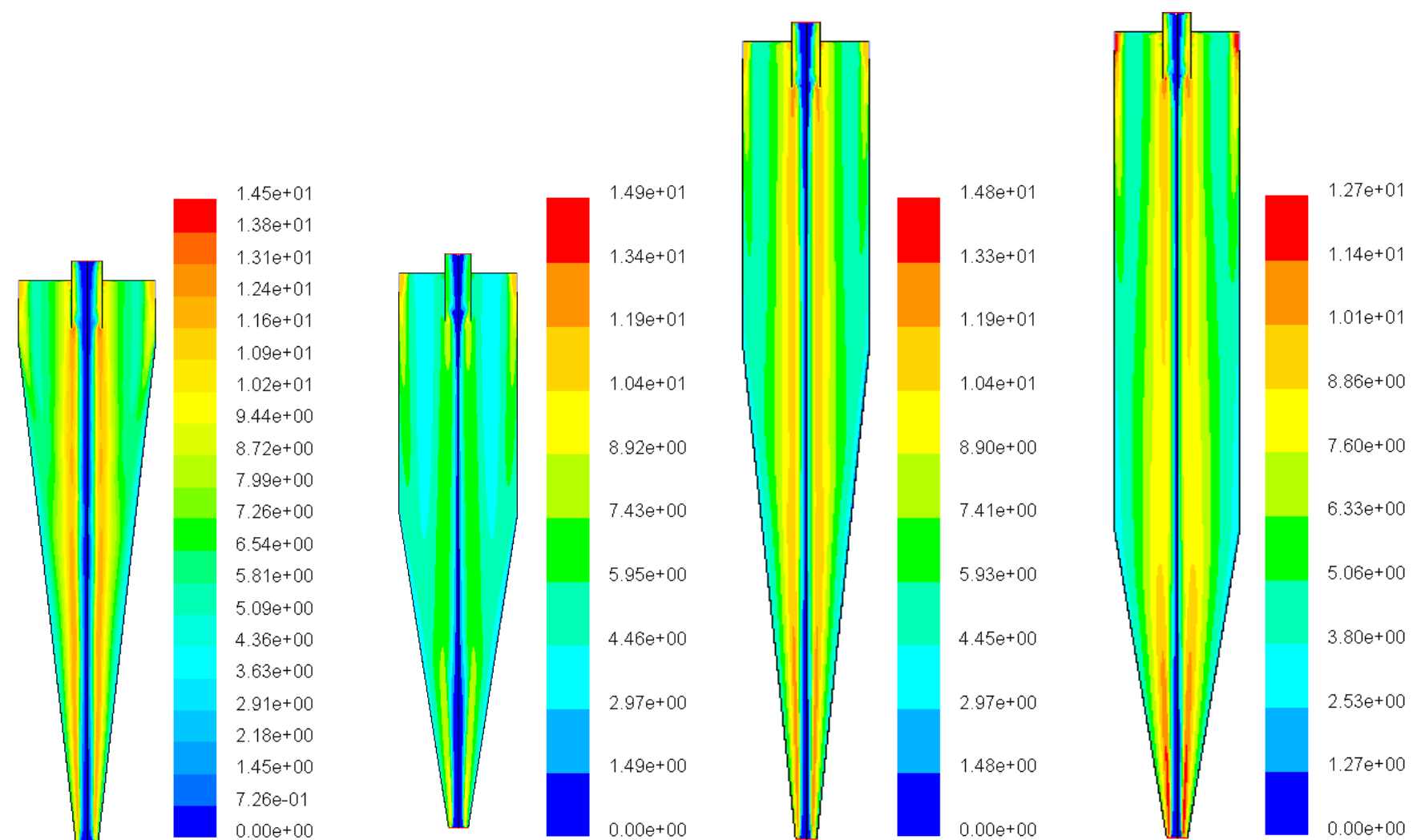


Figura B₇ –Perfis de Velocidade Tangencial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₁, HF₂, HF₃ e HF₄, respectivamente.

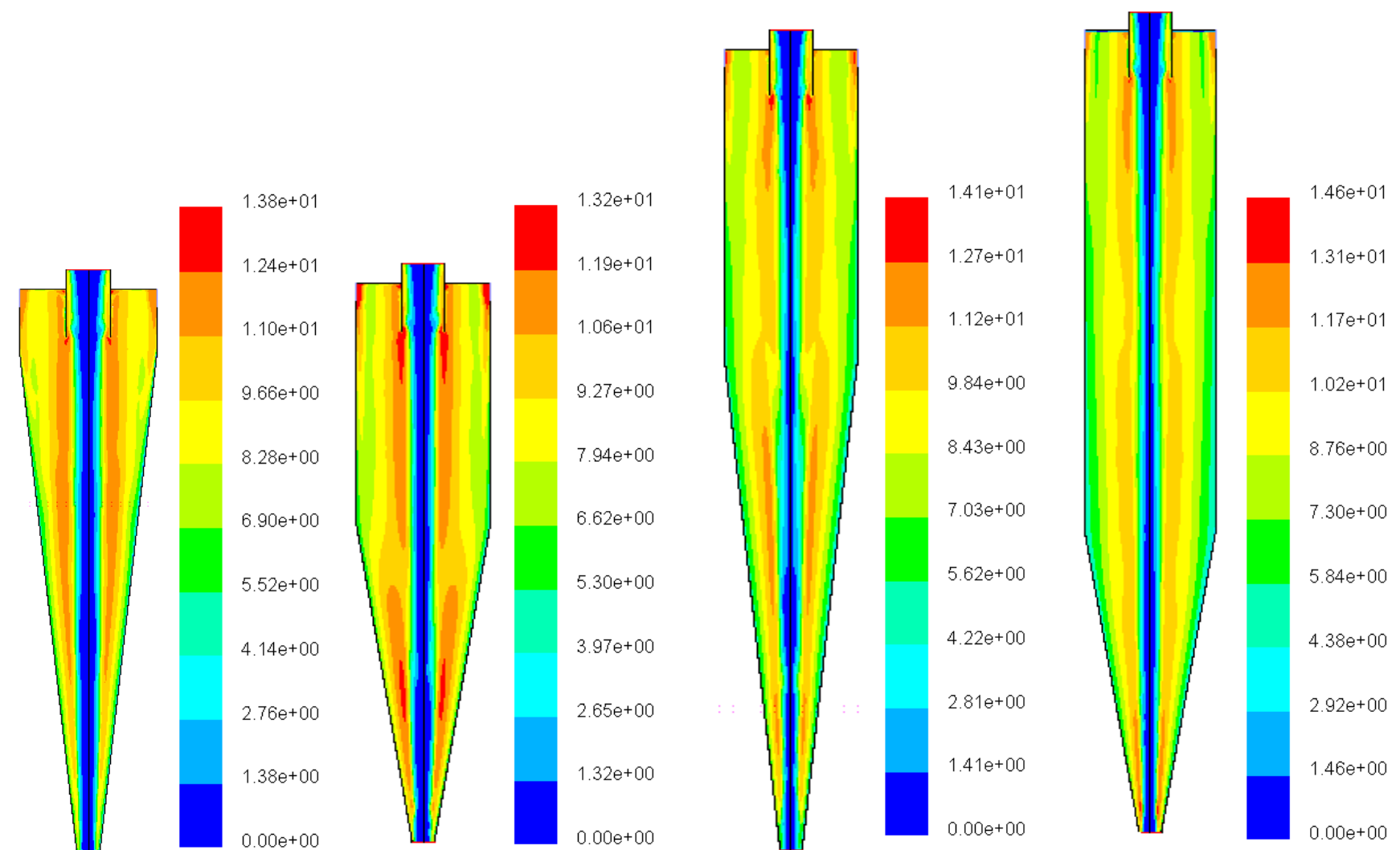


Figura B₈ –Perfis de Velocidade Tangencial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₅, HF₆, HF₇ e HF₈, respectivamente.

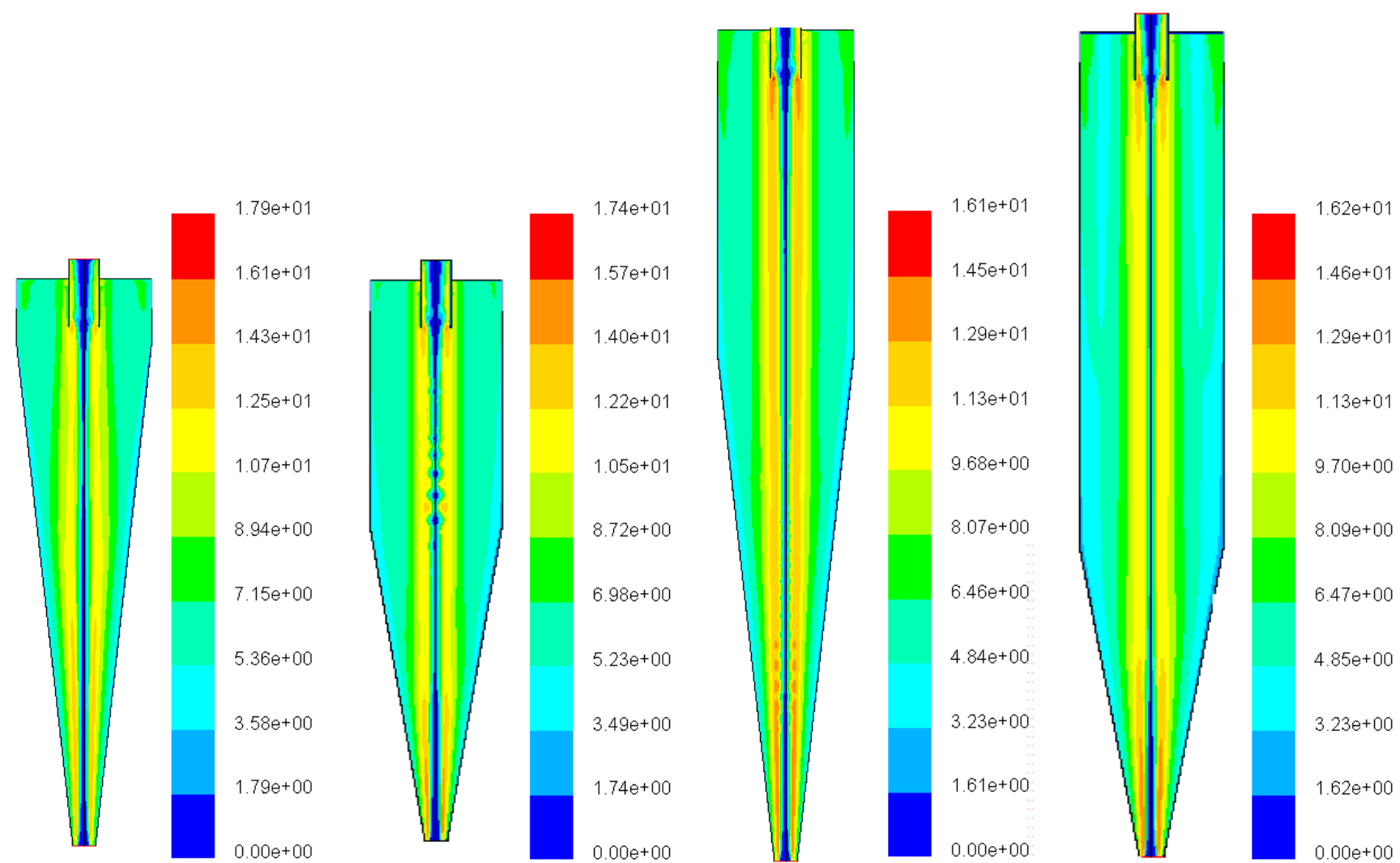


Figura B₉ – Perfis de Velocidade Tangencial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₉, HF₁₀, HF₁₁ e HF₁₂, respectivamente.

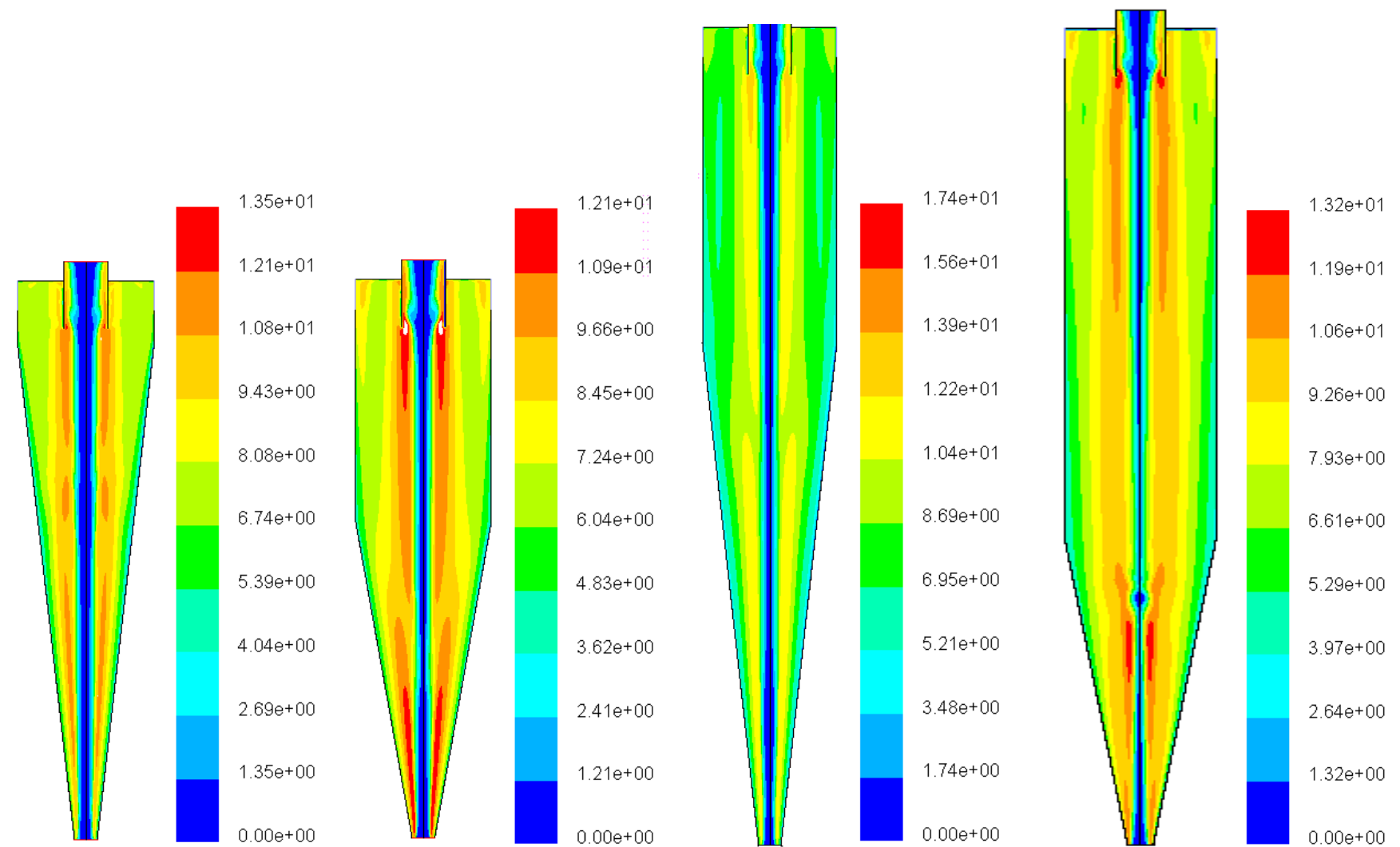


Figura B₁₀ – Perfis de Velocidade Tangencial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₁₃, HF₁₄, HF₁₅ e HF₁₆, respectivamente.

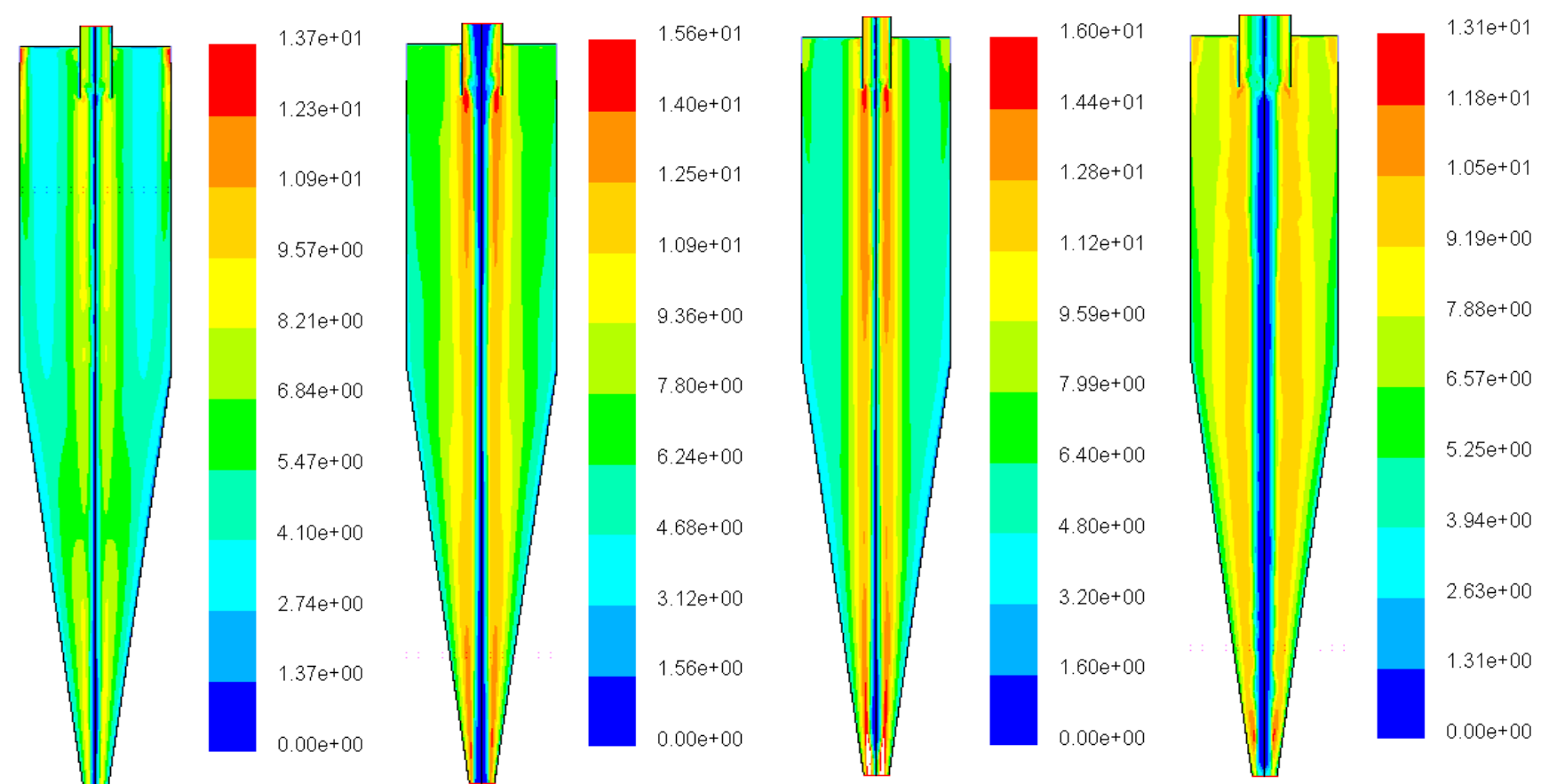


Figura B₁₁ – Perfis de Velocidade Tangencial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₁₇, HF₁₈, HF₁₉ e HF₂₀, respectivamente.

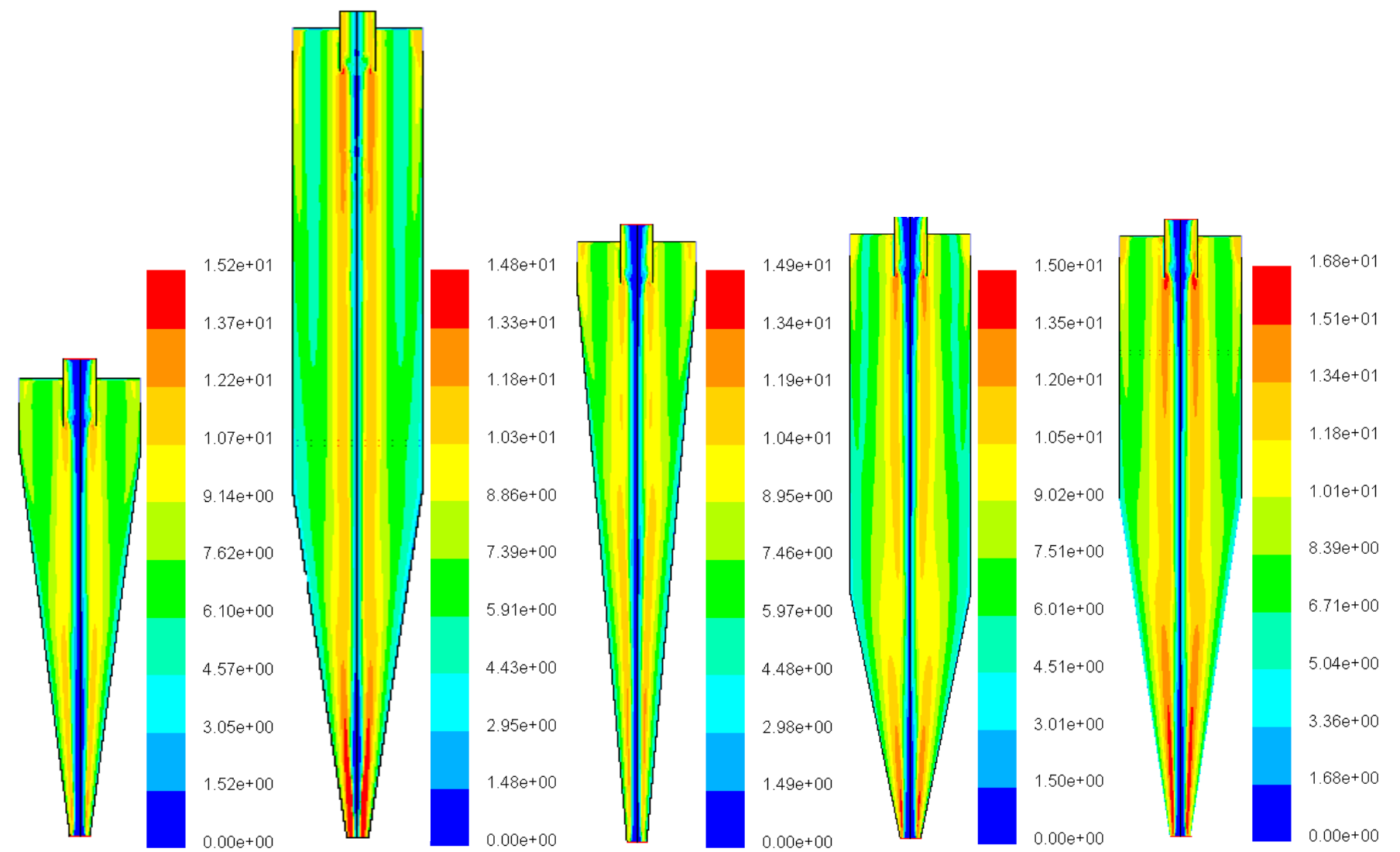


Figura B₁₂ – Perfis de Velocidade Tangencial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₂₁, HF₂₂, HF₂₃, HF₂₄ e HF₂₅, respectivamente.

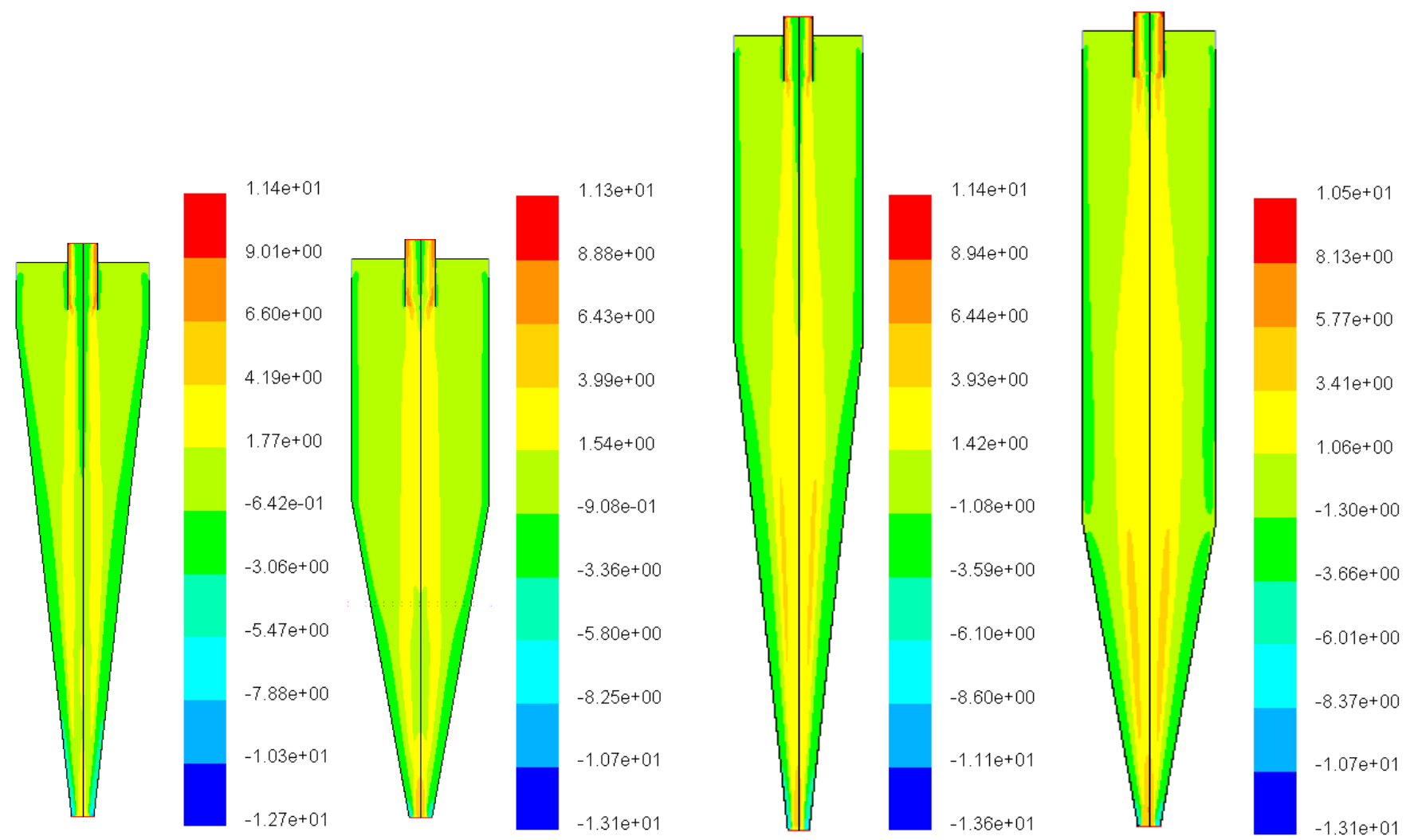


Figura B₁₃ – Perfis de Velocidade Axial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₁, HF₂, HF₃ e HF₄, respectivamente.

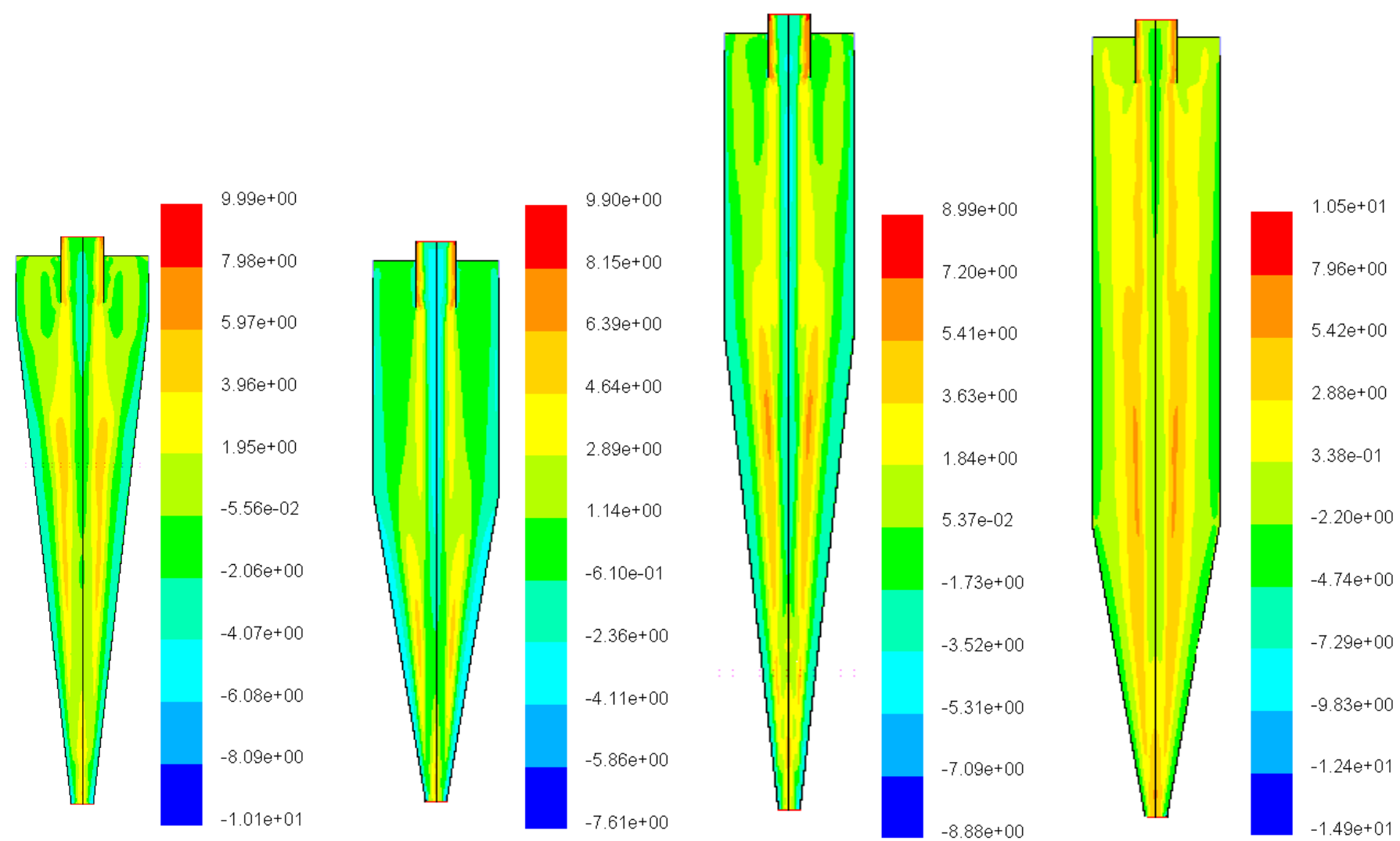


Figura B₁₄ – Perfis de Velocidade Axial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₅, HF₆, HF₇ e HF₈, respectivamente.

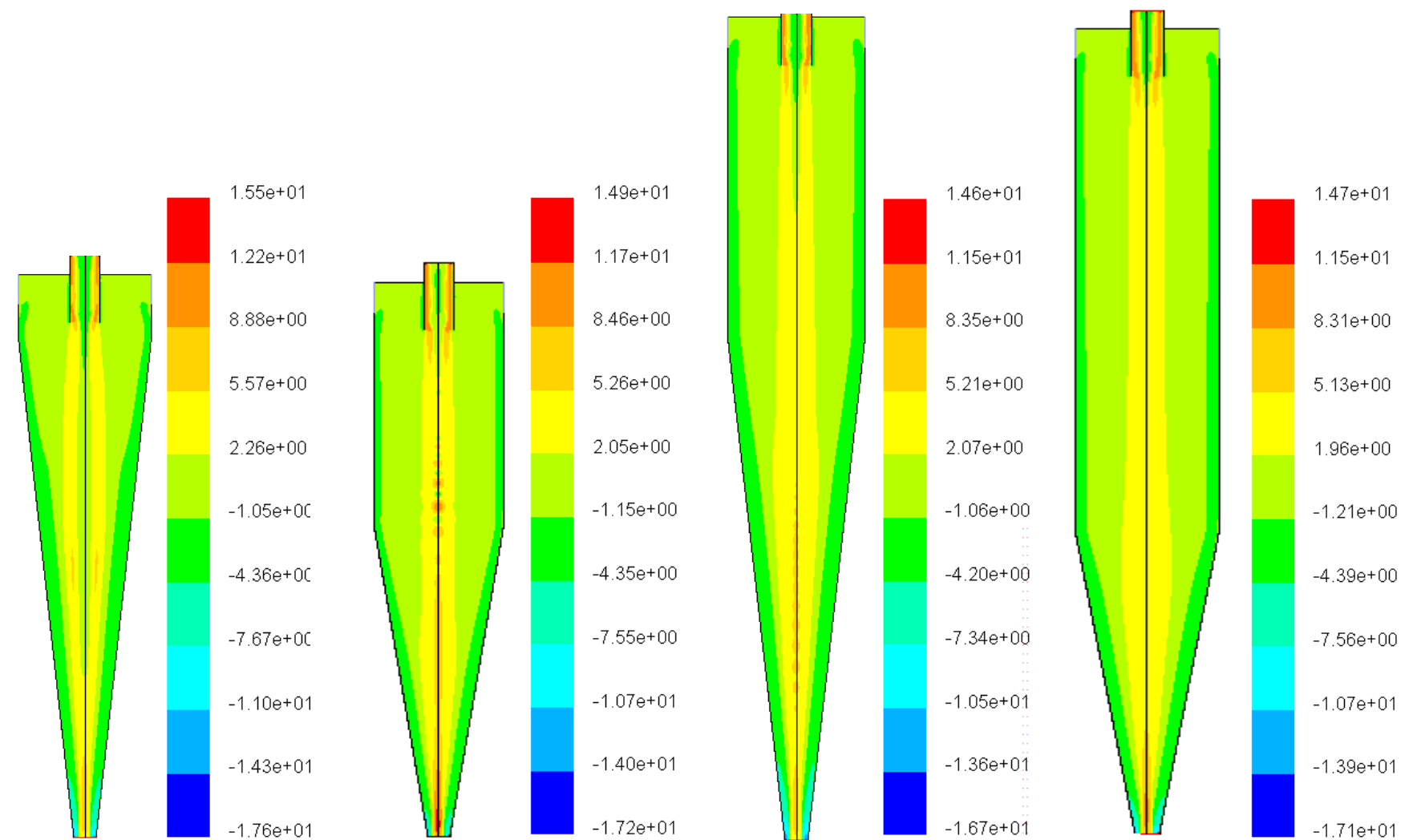


Figura B₁₅ – Perfis de Velocidade Axial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₉, HF₁₀, HF₁₁ e HF₁₂, respectivamente.

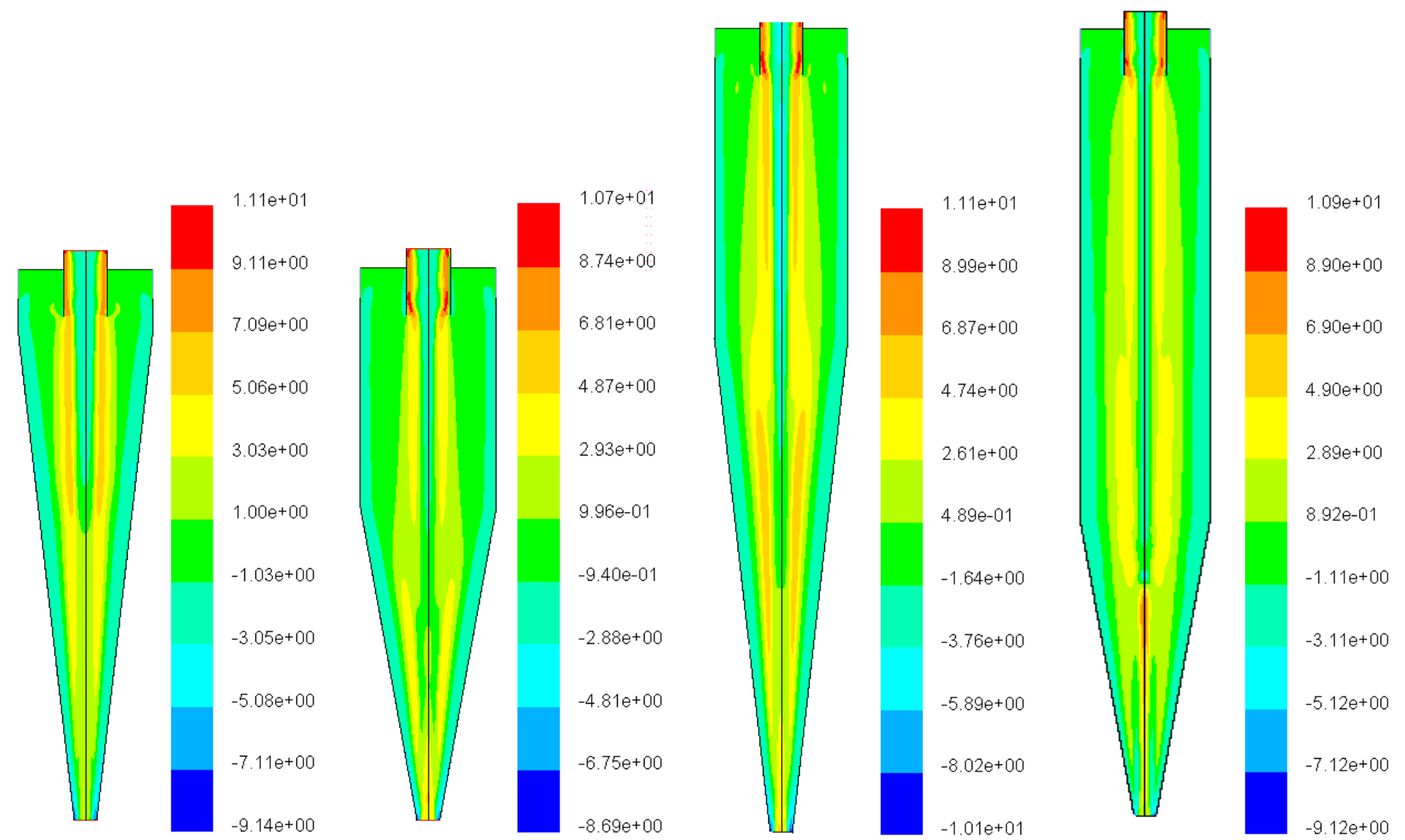


Figura B₁₆ – Perfis de Velocidade Axial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₁₃, HF₁₄, HF₁₅ e HF₁₆, respectivamente.

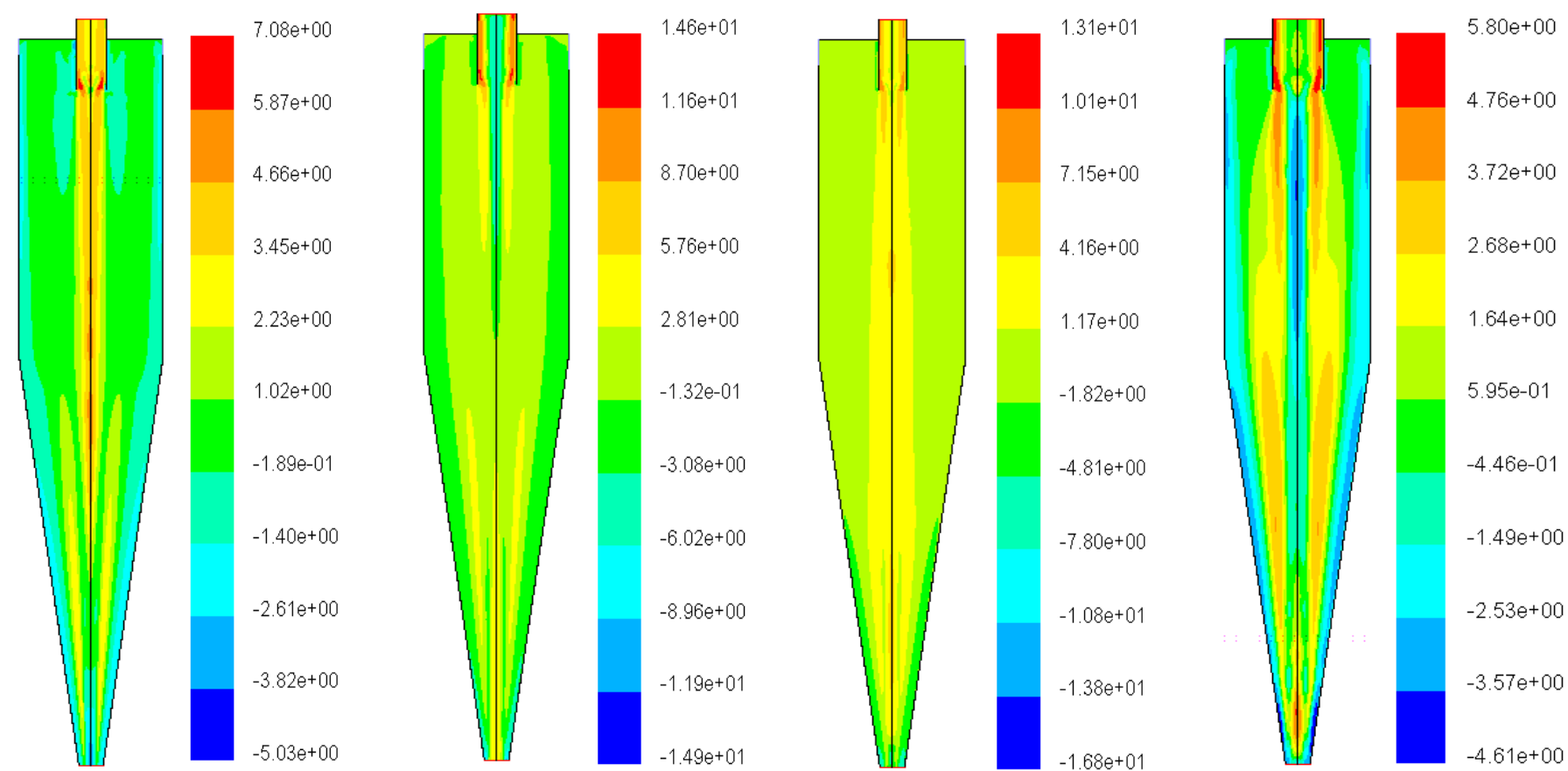


Figura B₁₇ – Perfis de Velocidade Axial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₁₇, HF₁₈, HF₁₉ e HF₂₀, respectivamente.

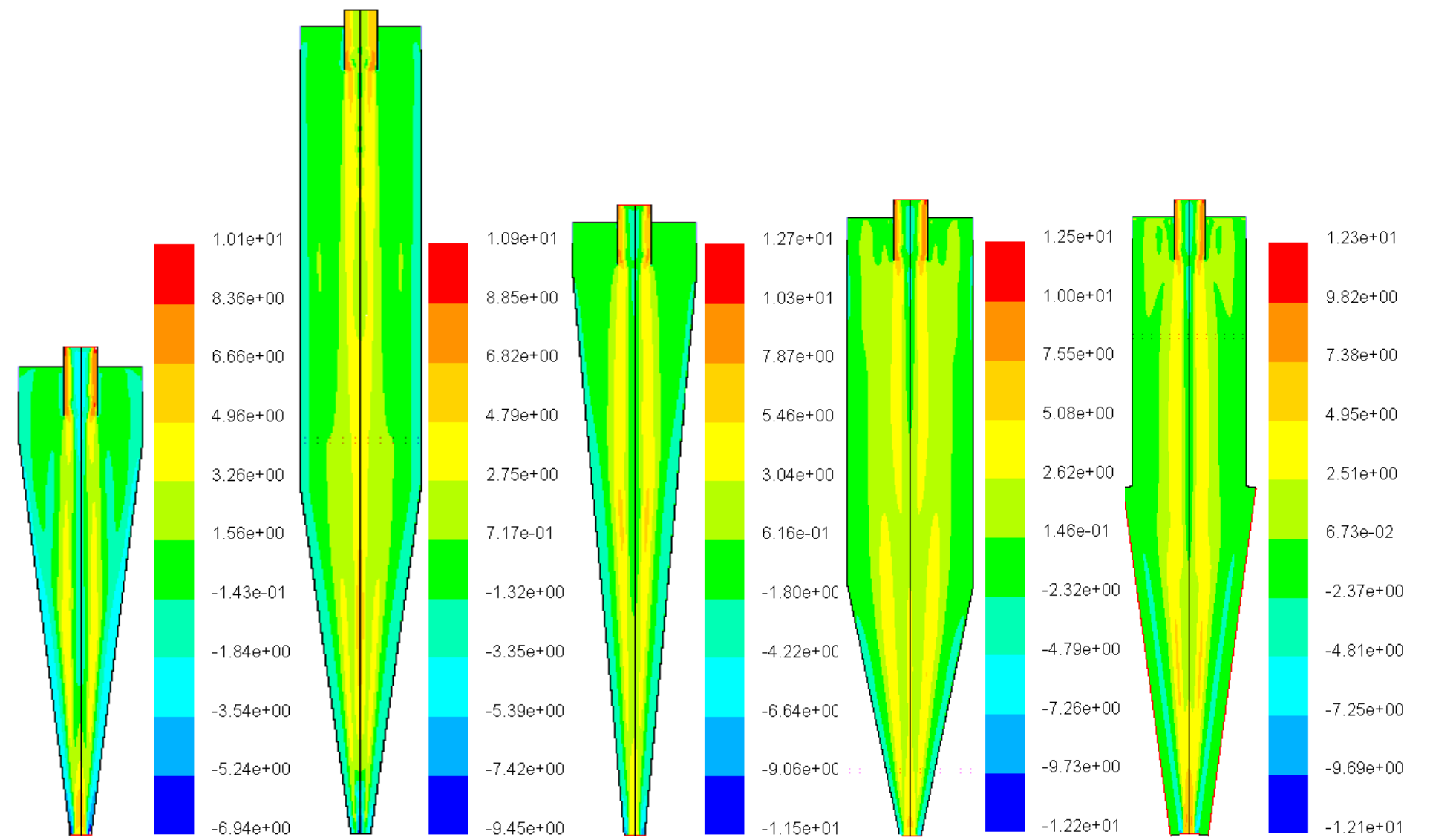


Figura B₁₈ – Perfis de Velocidade Axial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₂₁, HF₂₂, HF₂₃, HF₂₄ e HF₂₅, respectivamente.

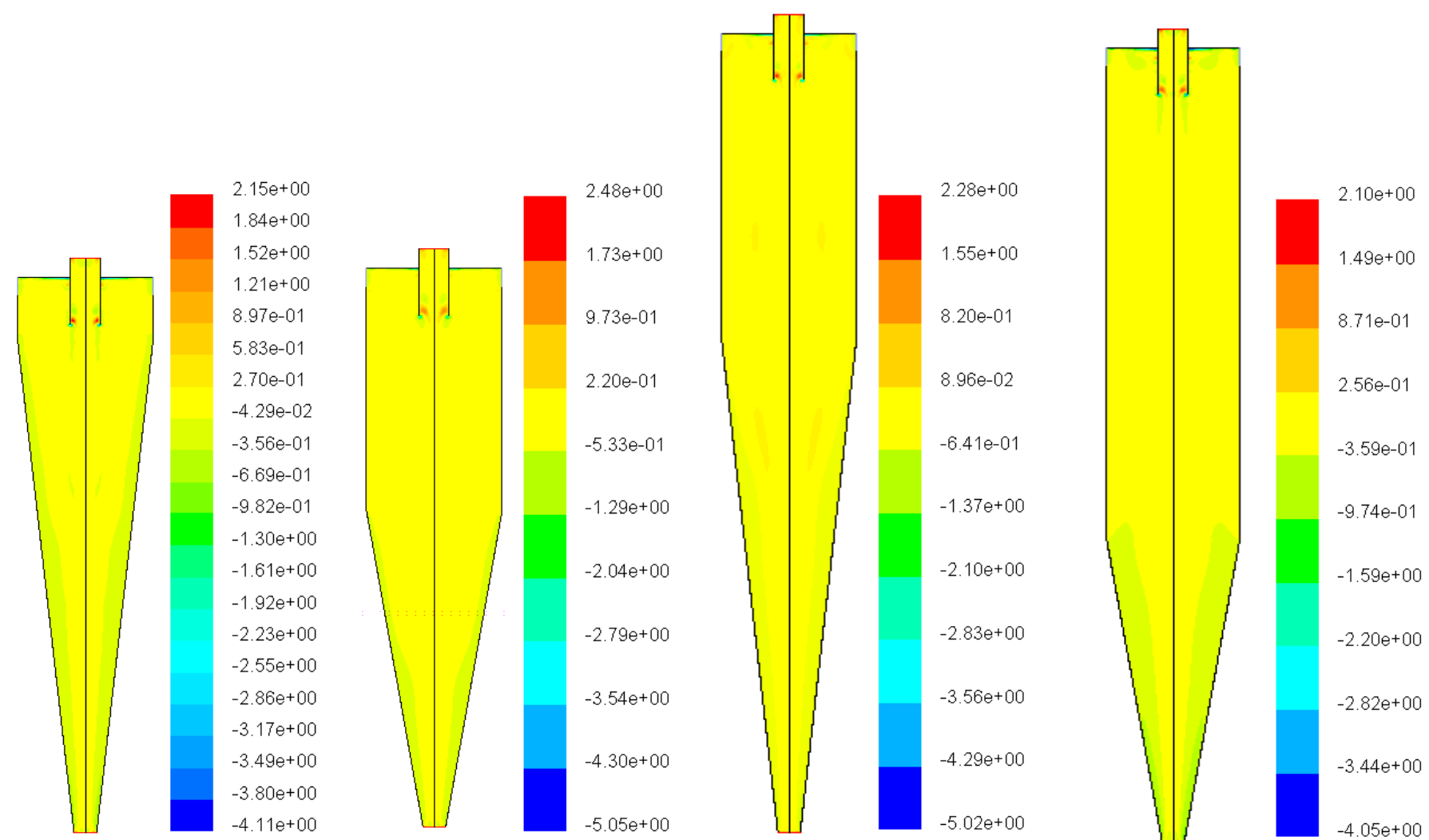


Figura B₁₉ – Perfis de Velocidade Radial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₁, HF₂, HF₃ e HF₄, respectivamente.

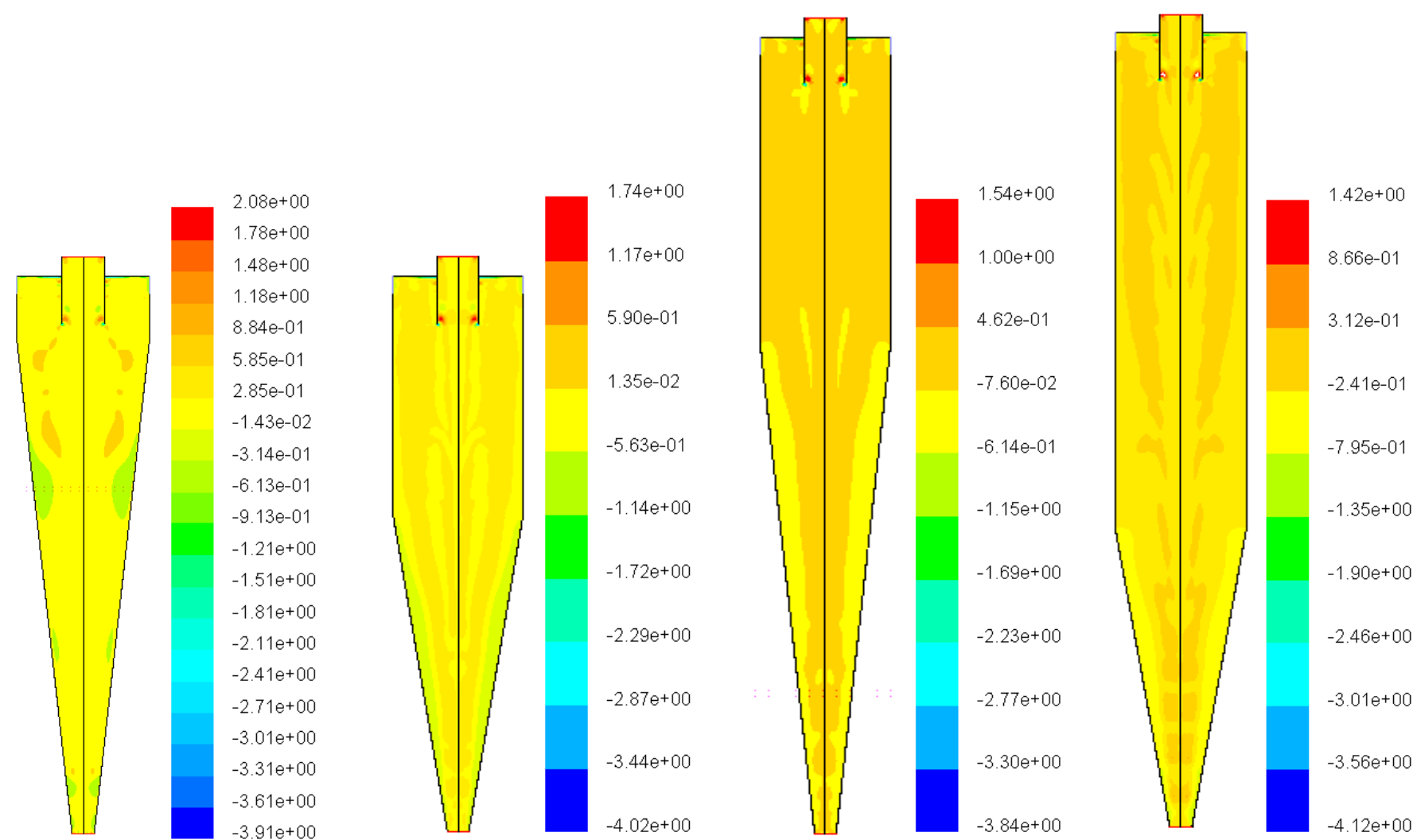


Figura B₂₀ – Perfis de Velocidade Radial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₅, HF₆, HF₇ e HF₈, respectivamente.

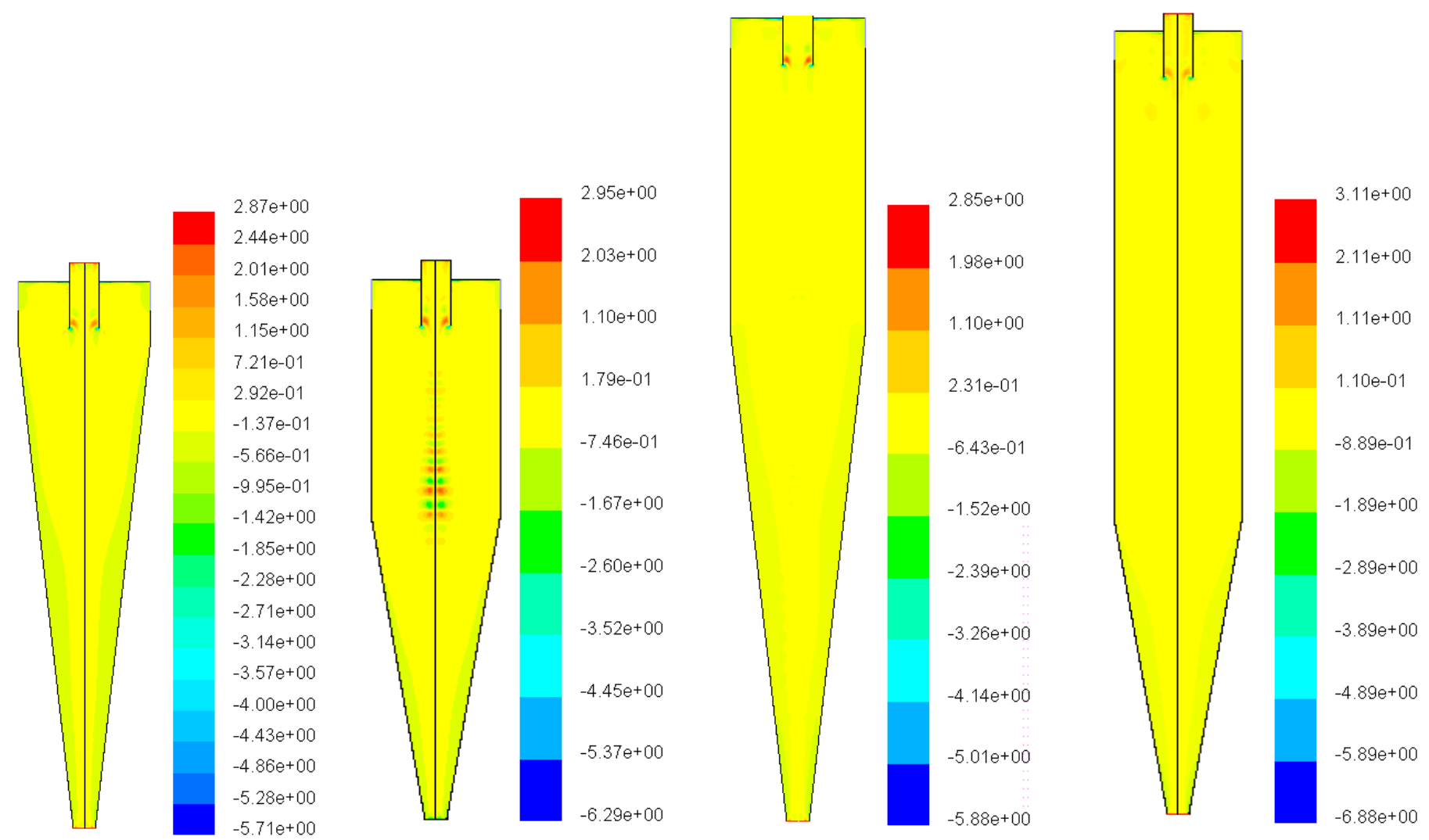


Figura B₂₁ – Perfis de Velocidade Radial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₉, HF₁₀, HF₁₁ e HF₁₂, respectivamente.

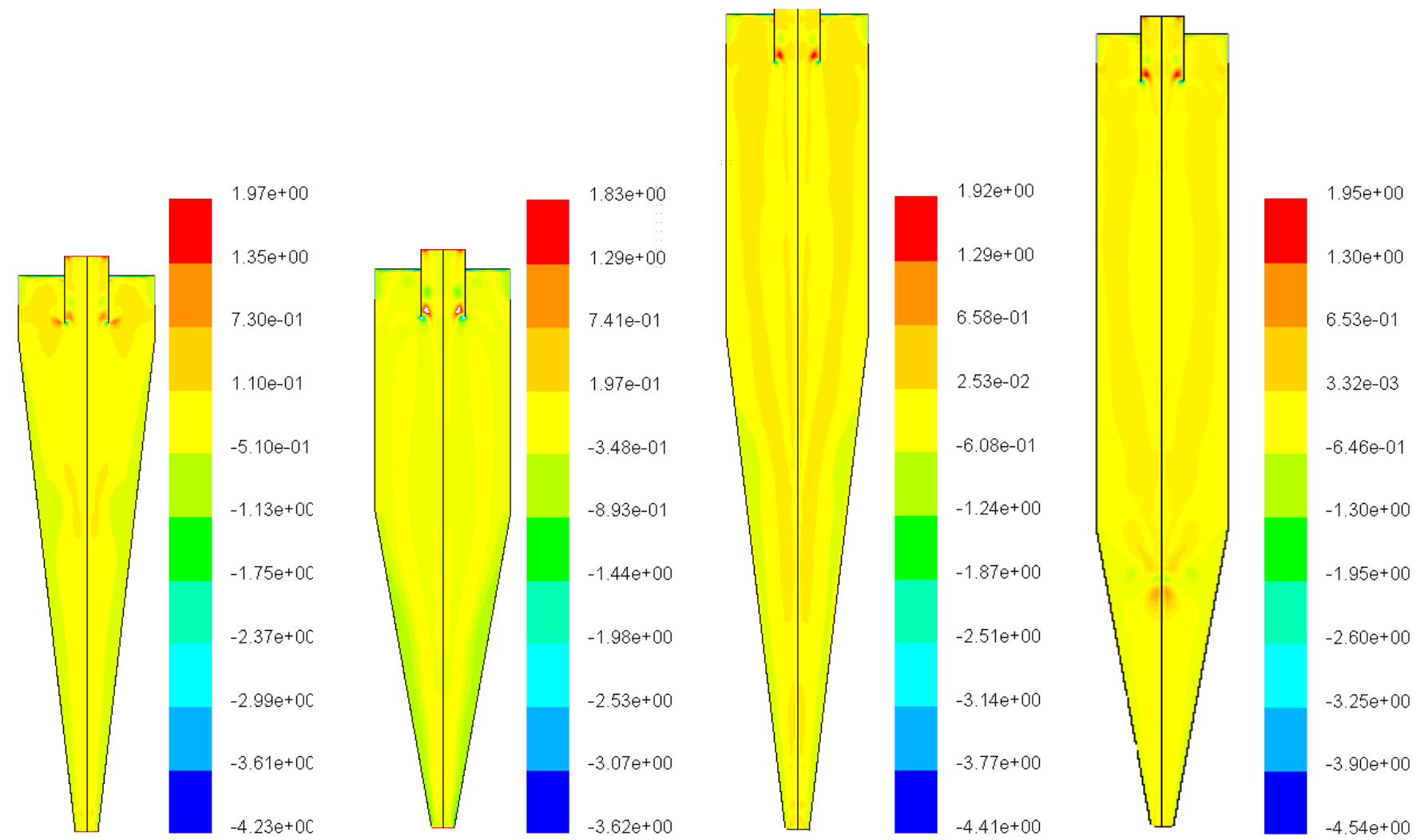


Figura B₂₂ – Perfis de Velocidade Radial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₁₃, HF₁₄, HF₁₅ e HF₁₆, respectivamente.

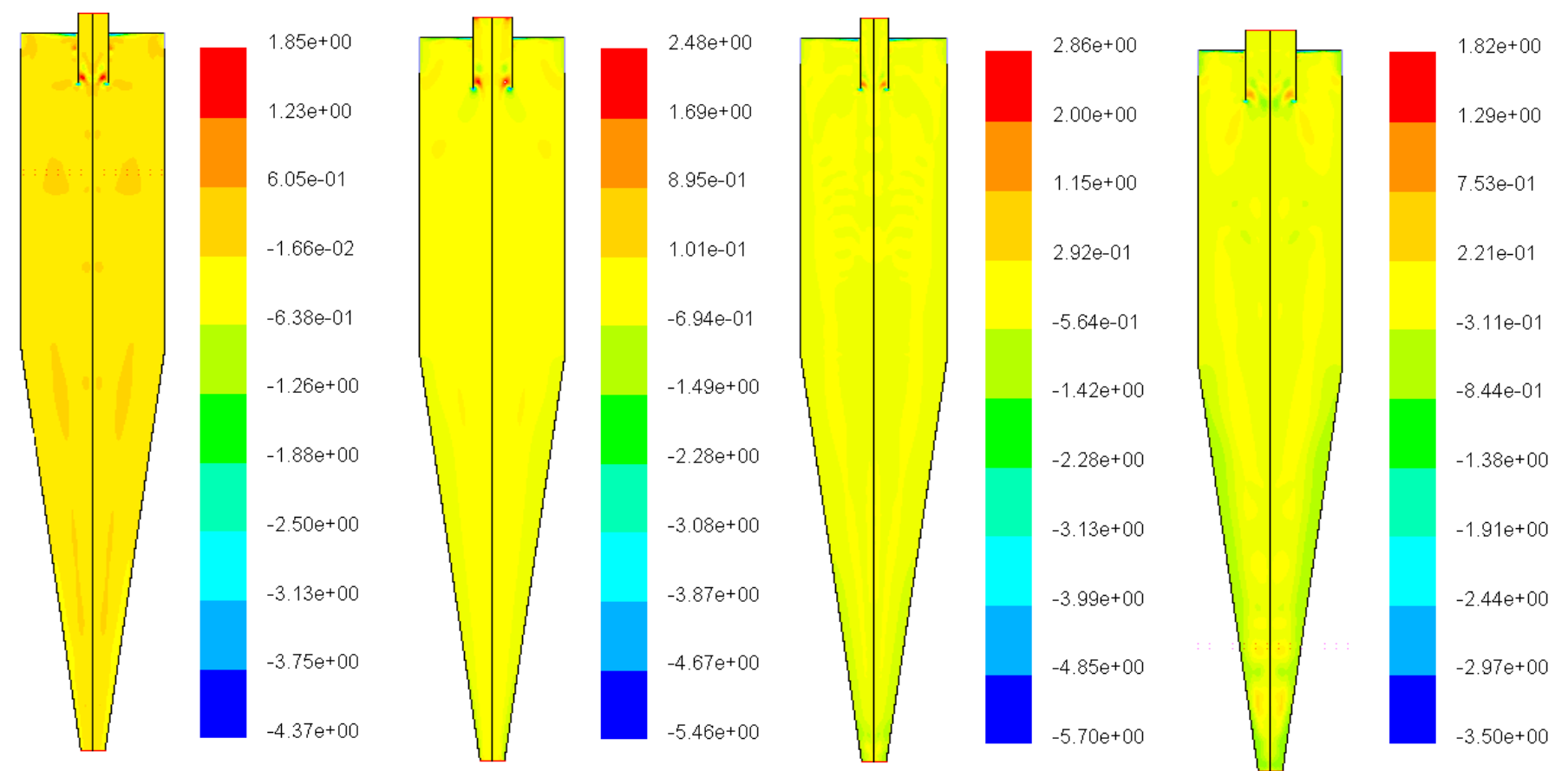


Figura B₂₃ – Perfis de Velocidade Radial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₁₇, HF₁₈, HF₁₉ e HF₂₀, respectivamente.

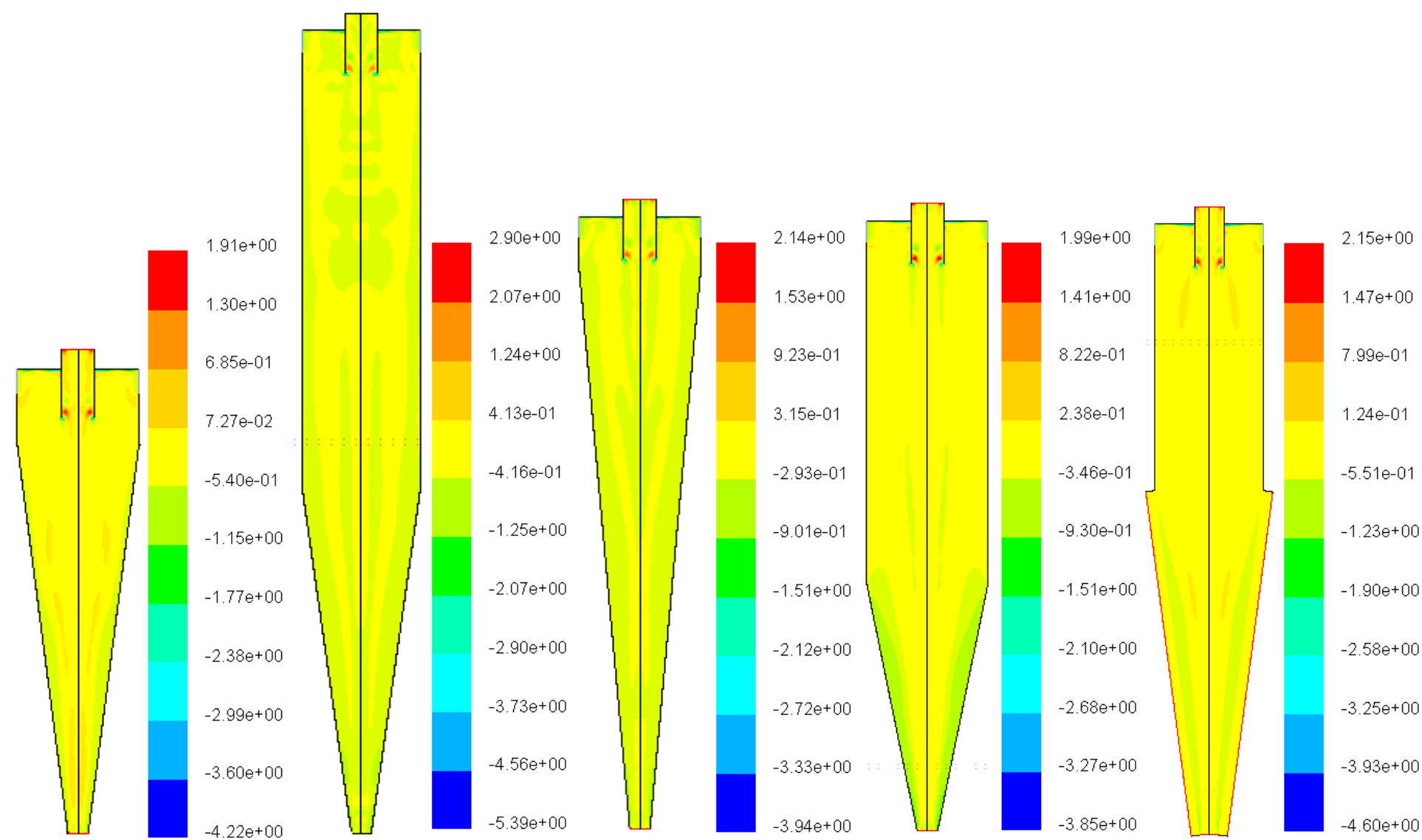


Figura B₂₄ – Perfis de Velocidade Radial (m/s) para os Hidrociclones Filtrantes HF₂₁, HF₂₂, HF₂₃, HF₂₄ e HF₂₅, respectivamente.

APÊNDICE C

Hidrociclones Convencionais

Simulações

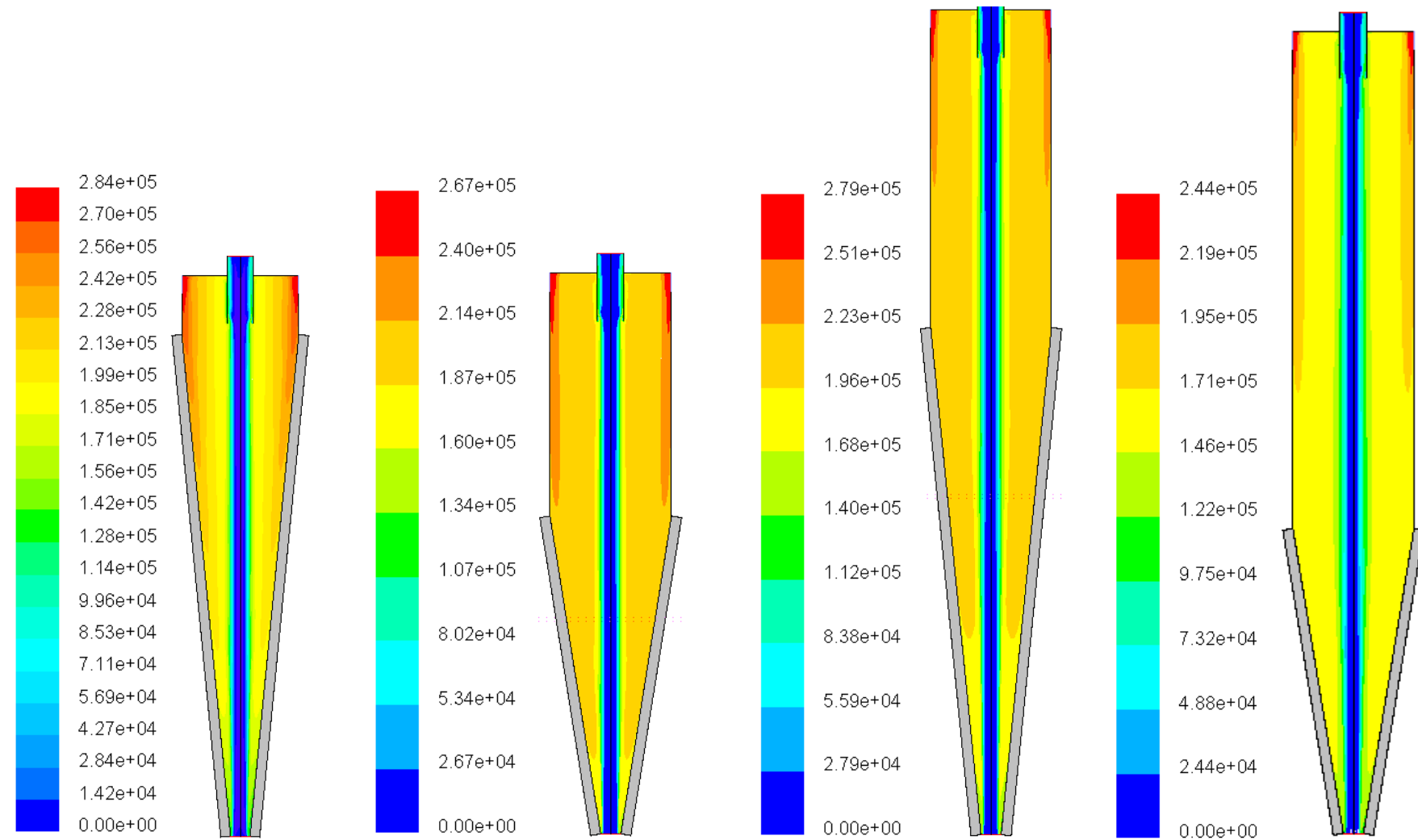


Figura C₁ – Perfis de Pressão Total (Pa) para os Hidrociclones Convencionais HC₁, HC₂, HC₃ e HC₄, respectivamente.

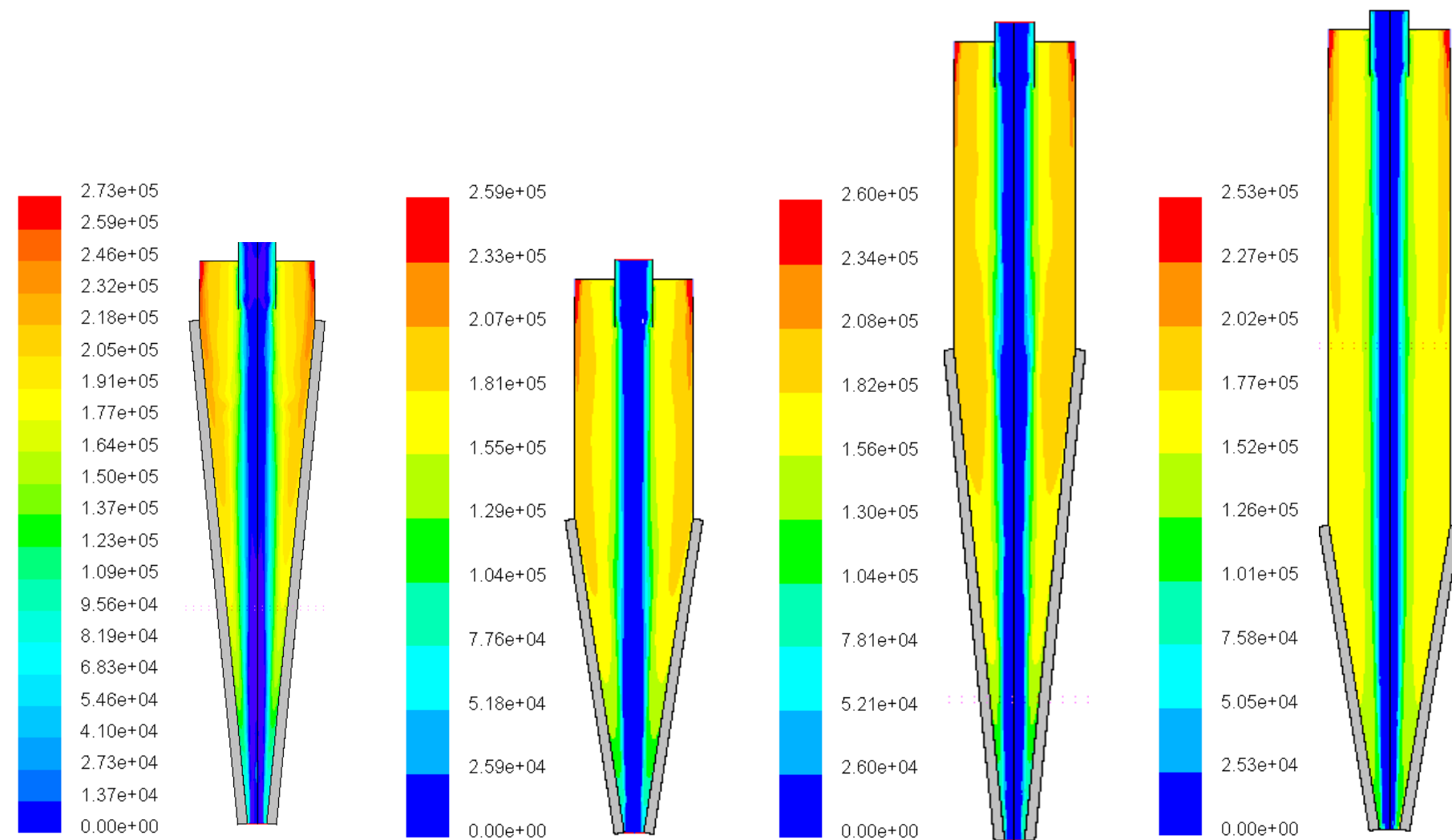


Figura C₂ – Perfis de Pressão Total (Pa) para os Hidrociclones Convencionais HC₅, HC₆, HC₇ e HC₈, respectivamente.

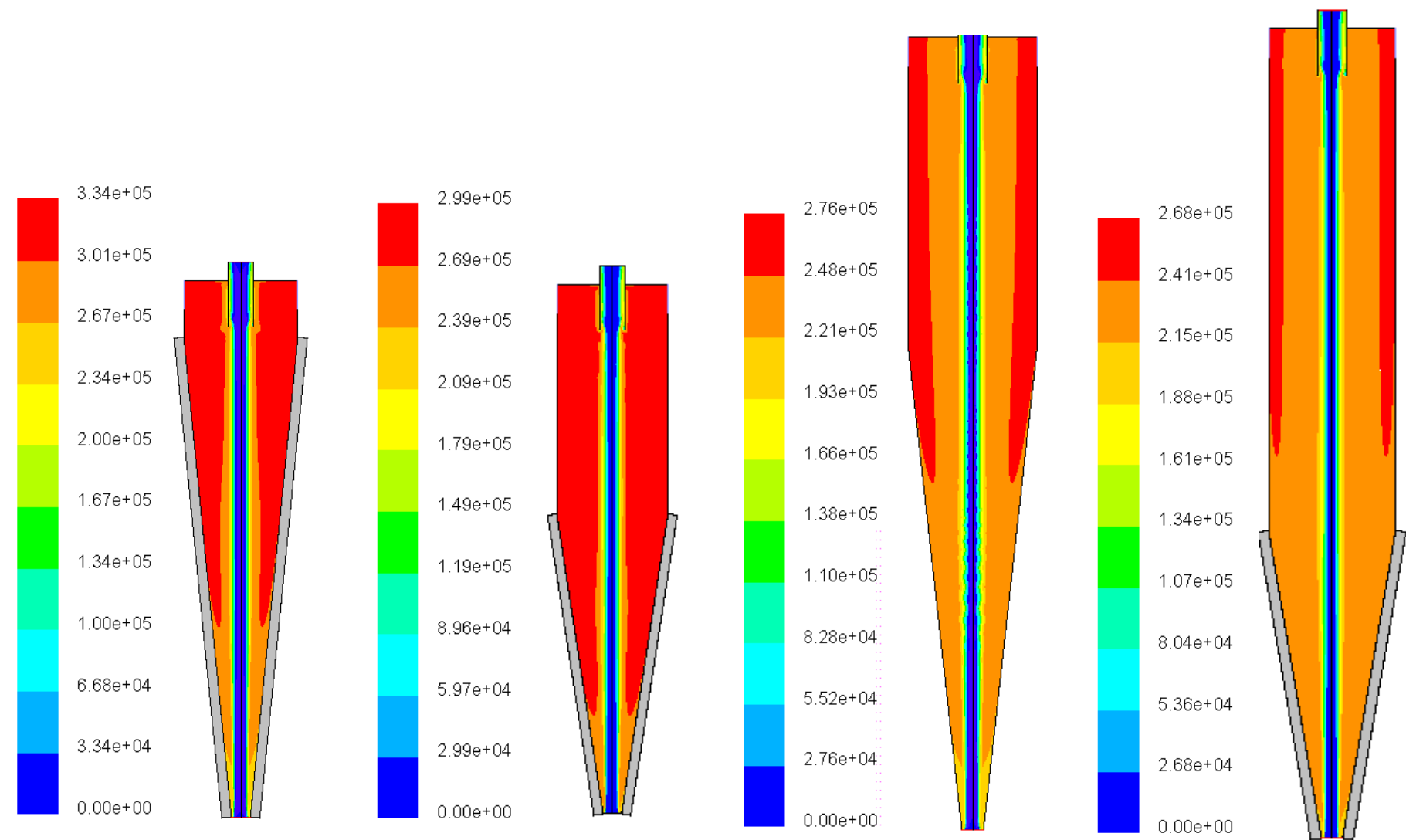


Figura C₃ – Perfis de Pressão Total (Pa) para os Hidrociclones Convencionais HC₉, HC₁₀, HC₁₁ e HC₁₂, respectivamente.

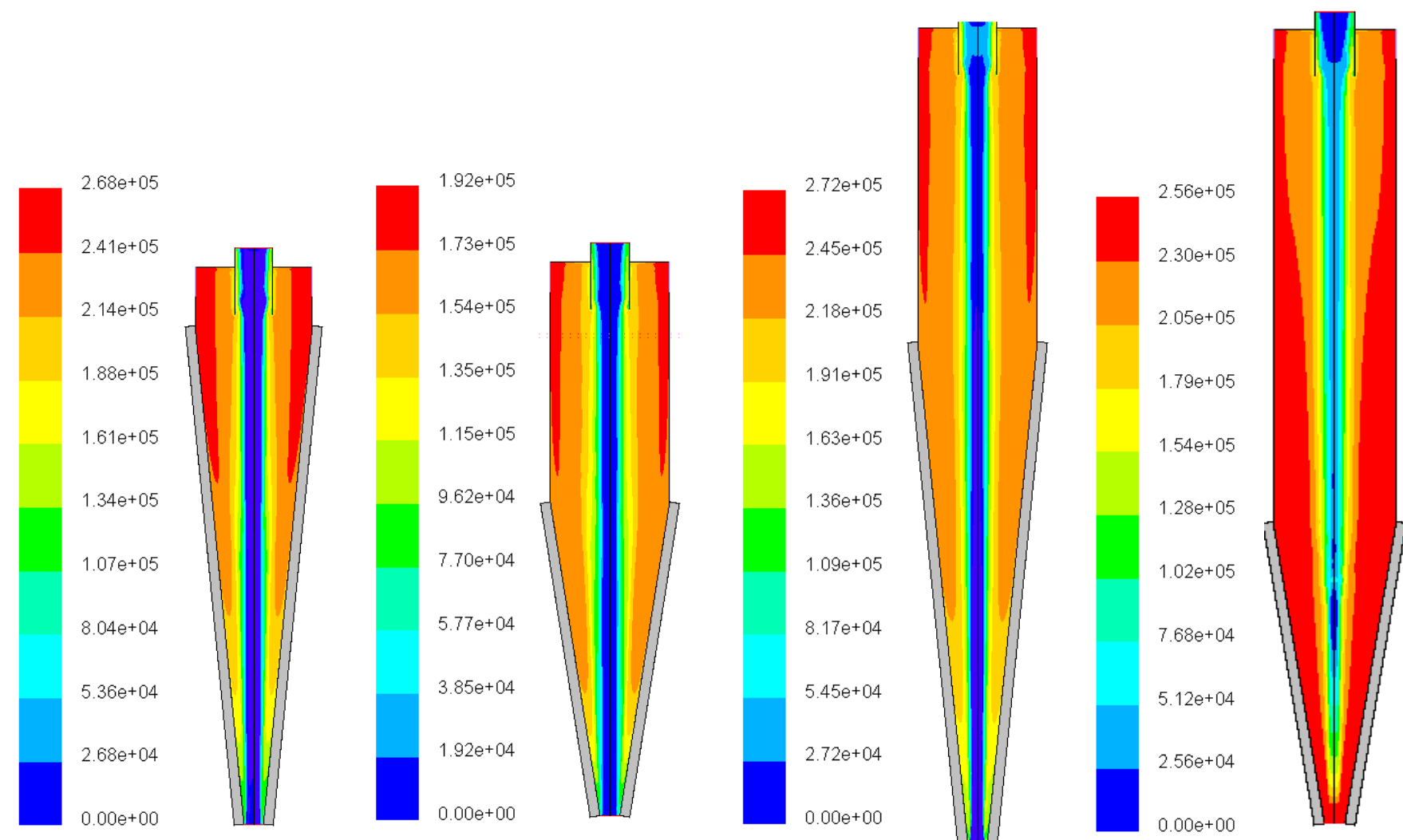


Figura C₄ – Perfis de Pressão Total (Pa) para os Hidrociclones Convencionais HC₁₃, HC₁₄, HC₁₅ e HC₁₆, respectivamente.

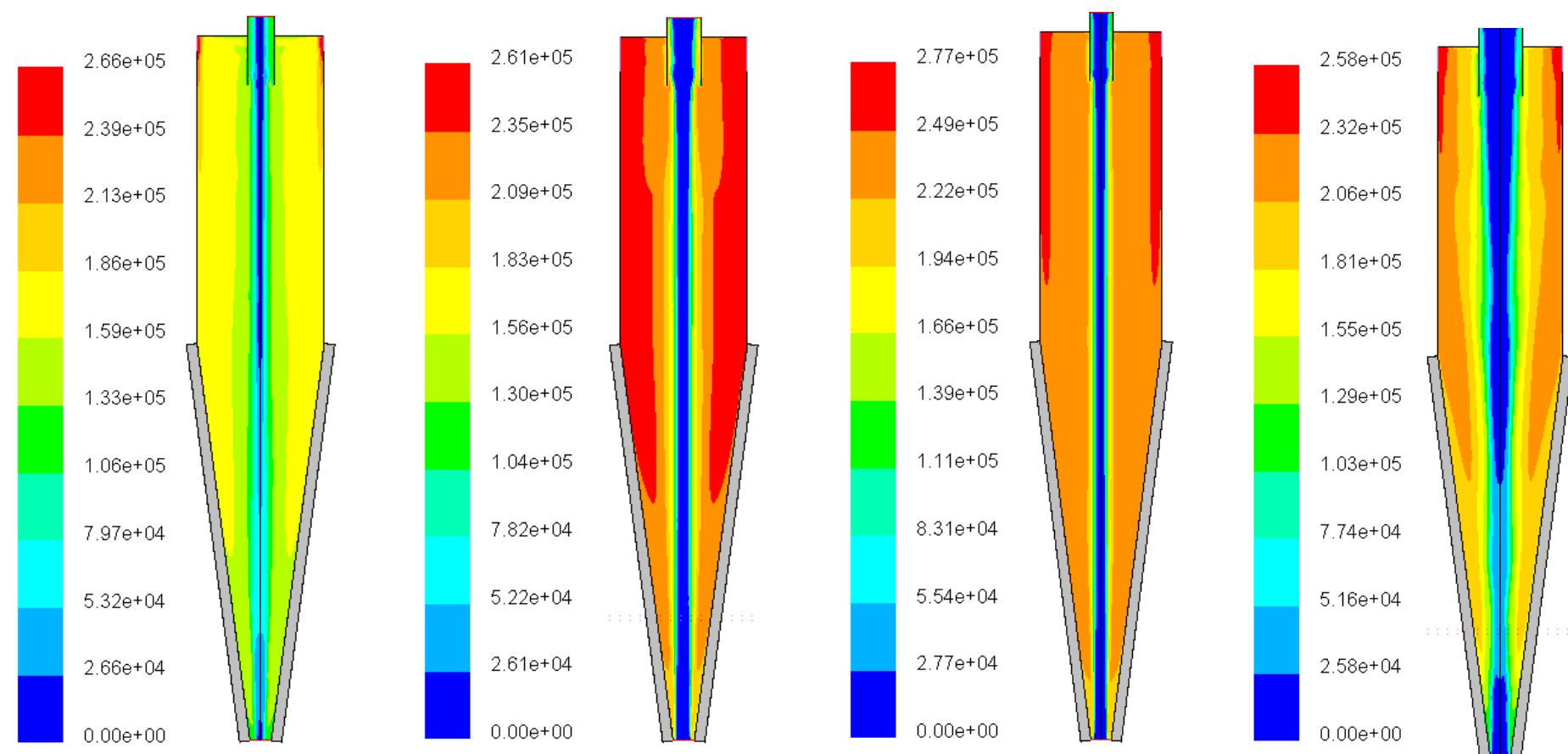


Figura C₅ – Perfis de Pressão Total (Pa) para os Hidrociclones Convencionais HC₁₇, HC₁₈, HC₁₉ e HC₂₀, respectivamente.

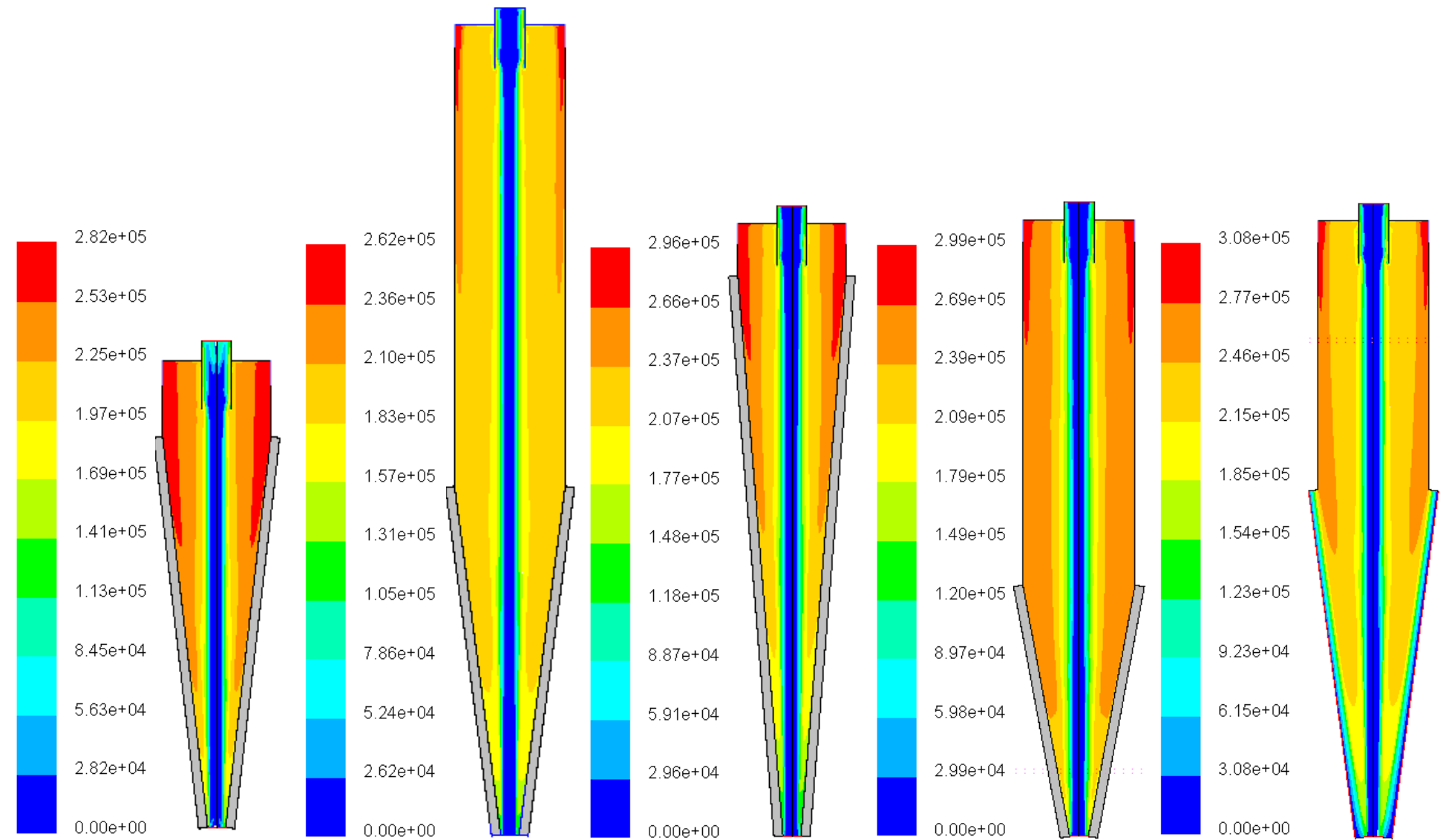


Figura C₆ – Perfis de Pressão Total (Pa) para os Hidrociclones Convencionais HC₂₁, HC₂₂, HC₂₃, HC₂₄, HC₂₅, respectivamente.

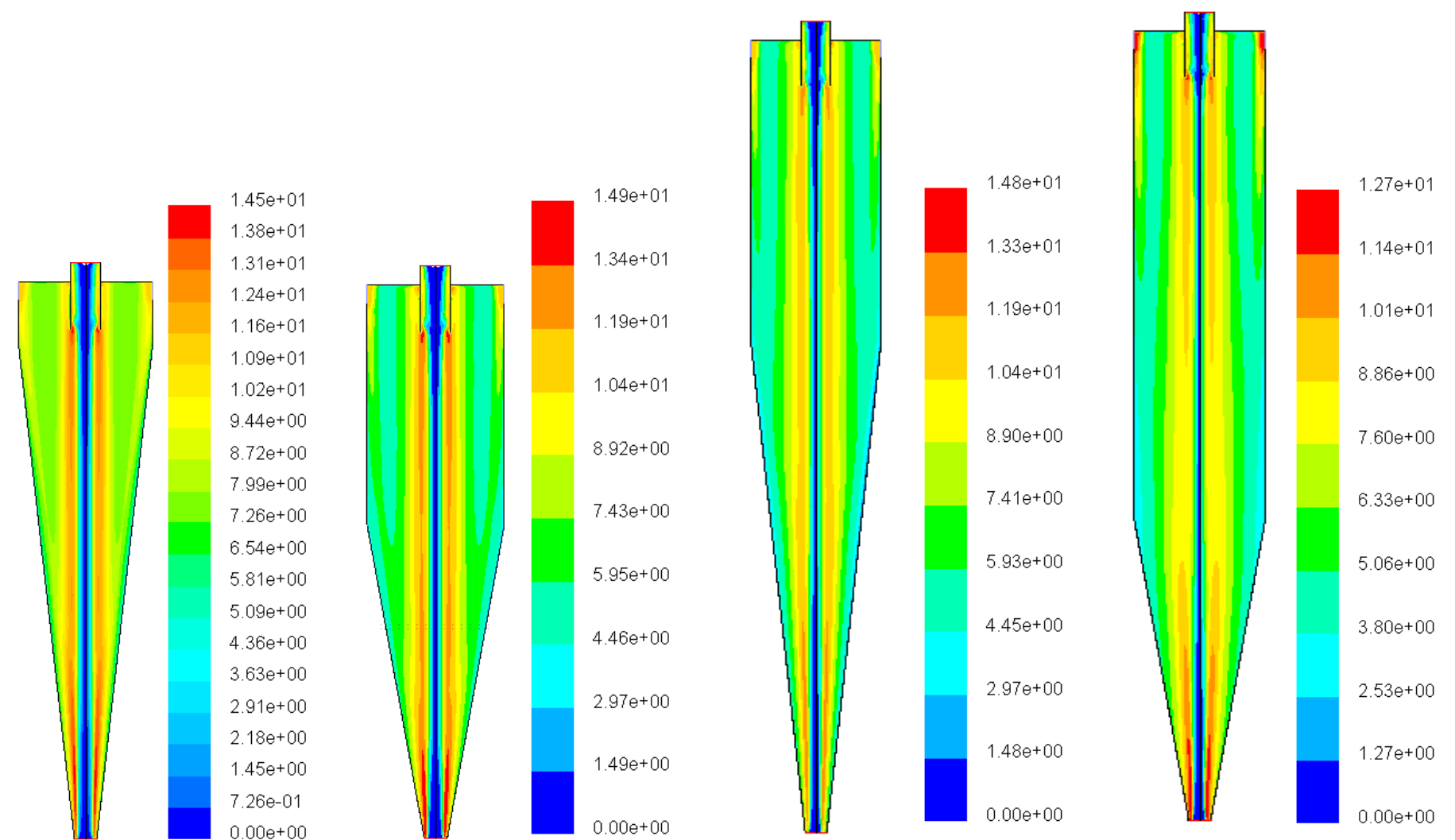


Figura C₇ – Perfis de Velocidade Tangencial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₁, HC₂, HC₃ e HC₄, respectivamente.

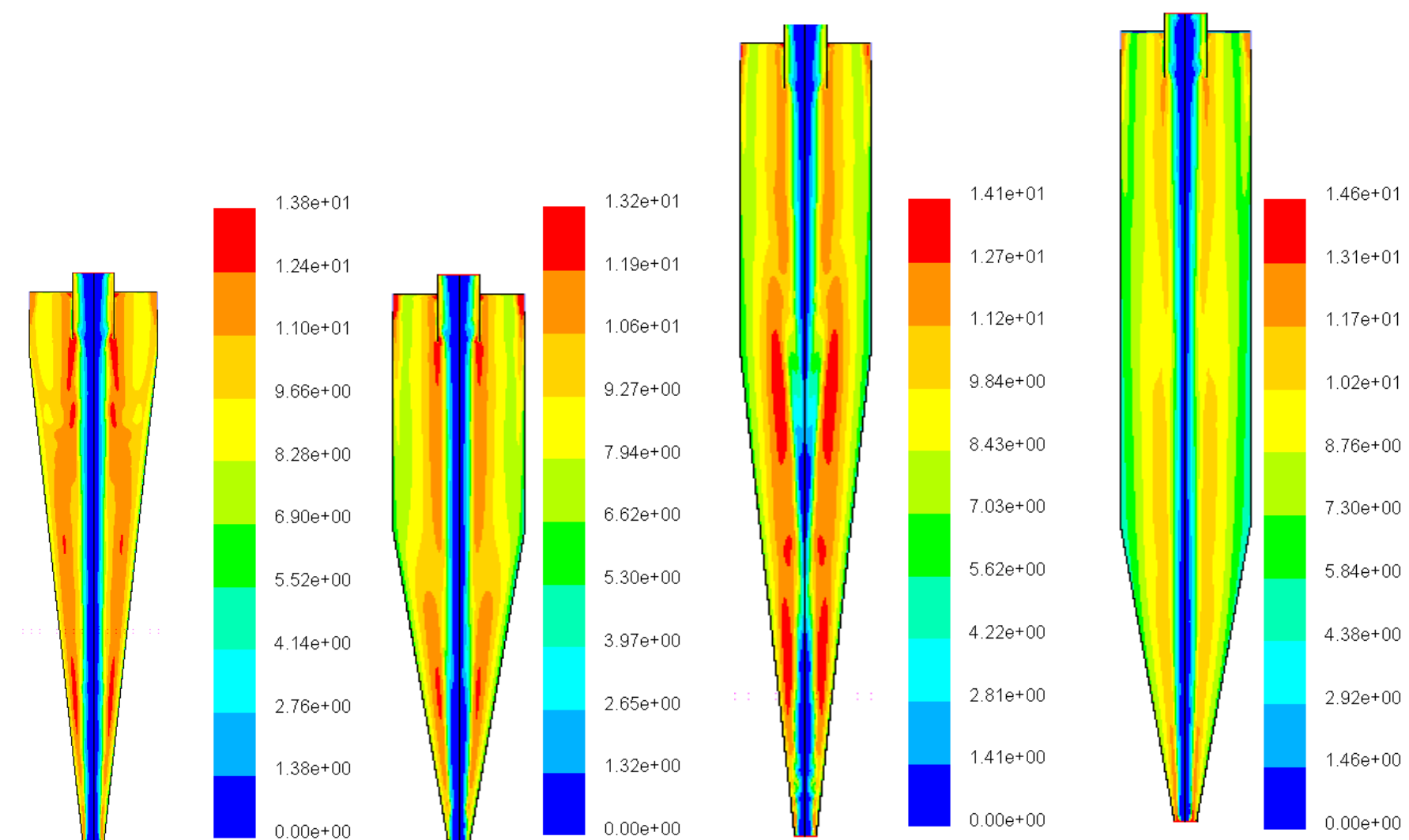


Figura C₈ –Perfis de Velocidade Tangencial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₅, HC₆, HC₇ e HC₈, respectivamente.

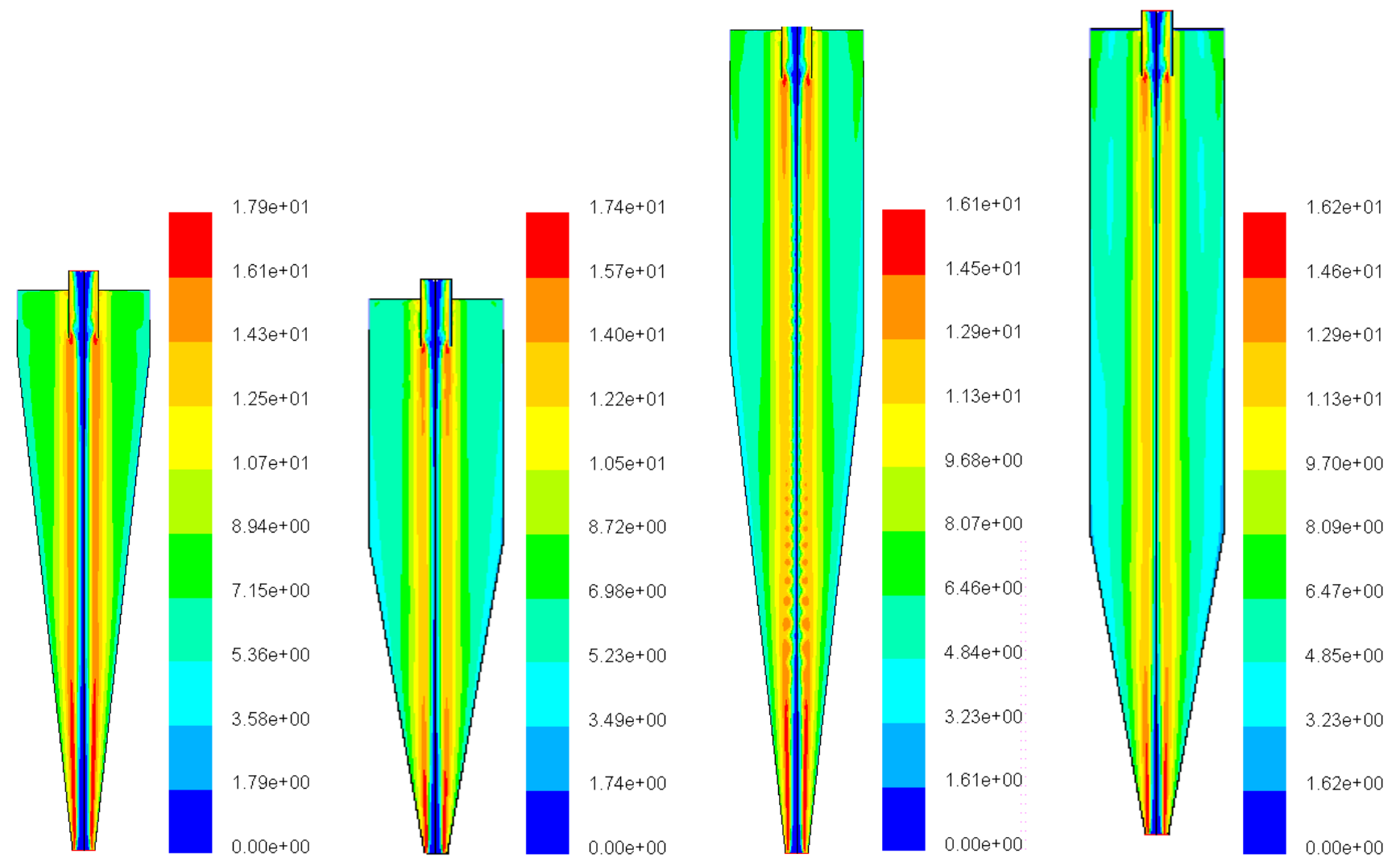


Figura C₉ –Perfis de Velocidade Tangencial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₉, HC₁₀, HC₁₁ e HC₁₂, respectivamente.

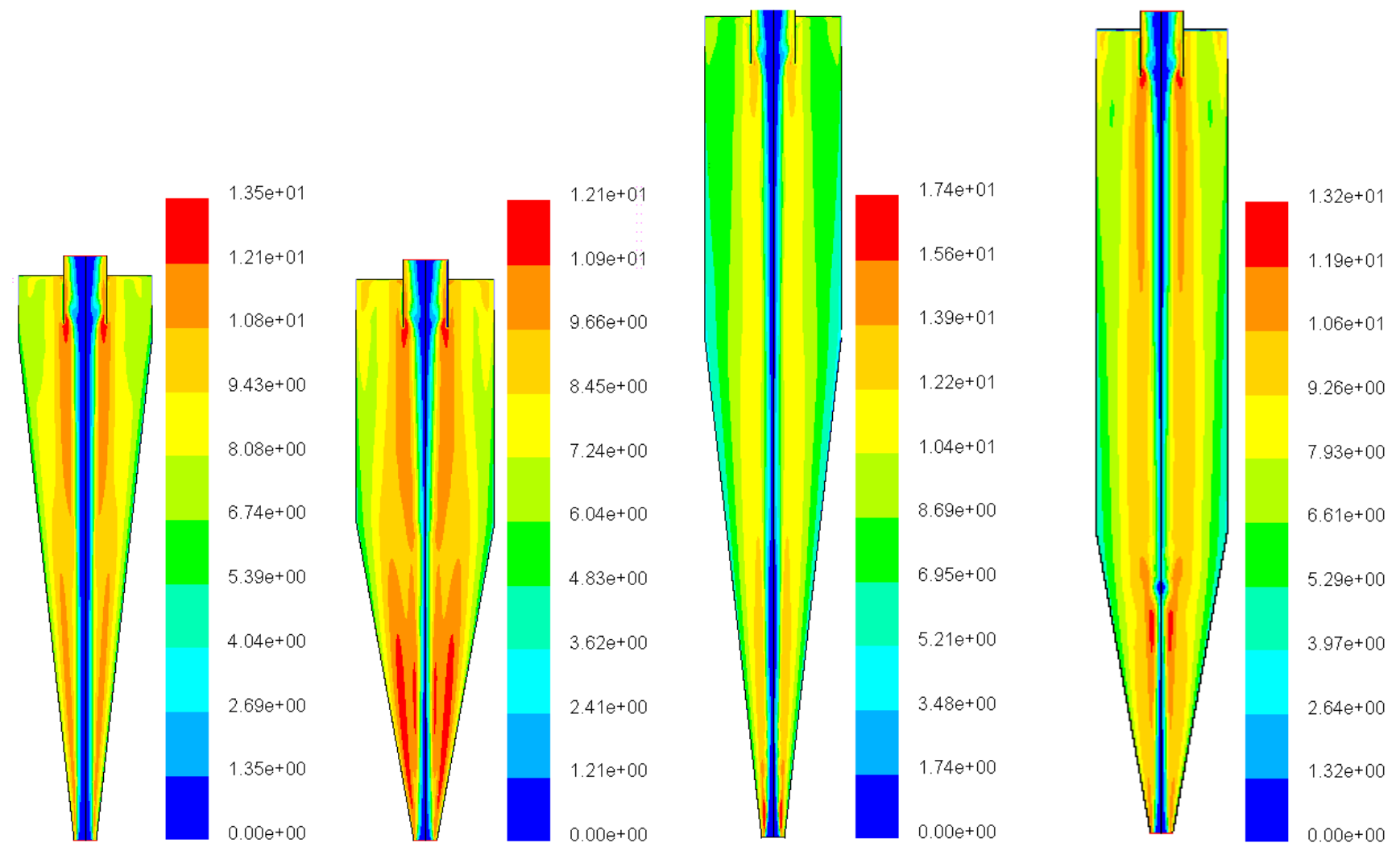


Figura C₁₀ –Perfis de Velocidade Tangencial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₁₃, HC₁₄, HC₁₅ e HC₁₆, respectivamente.

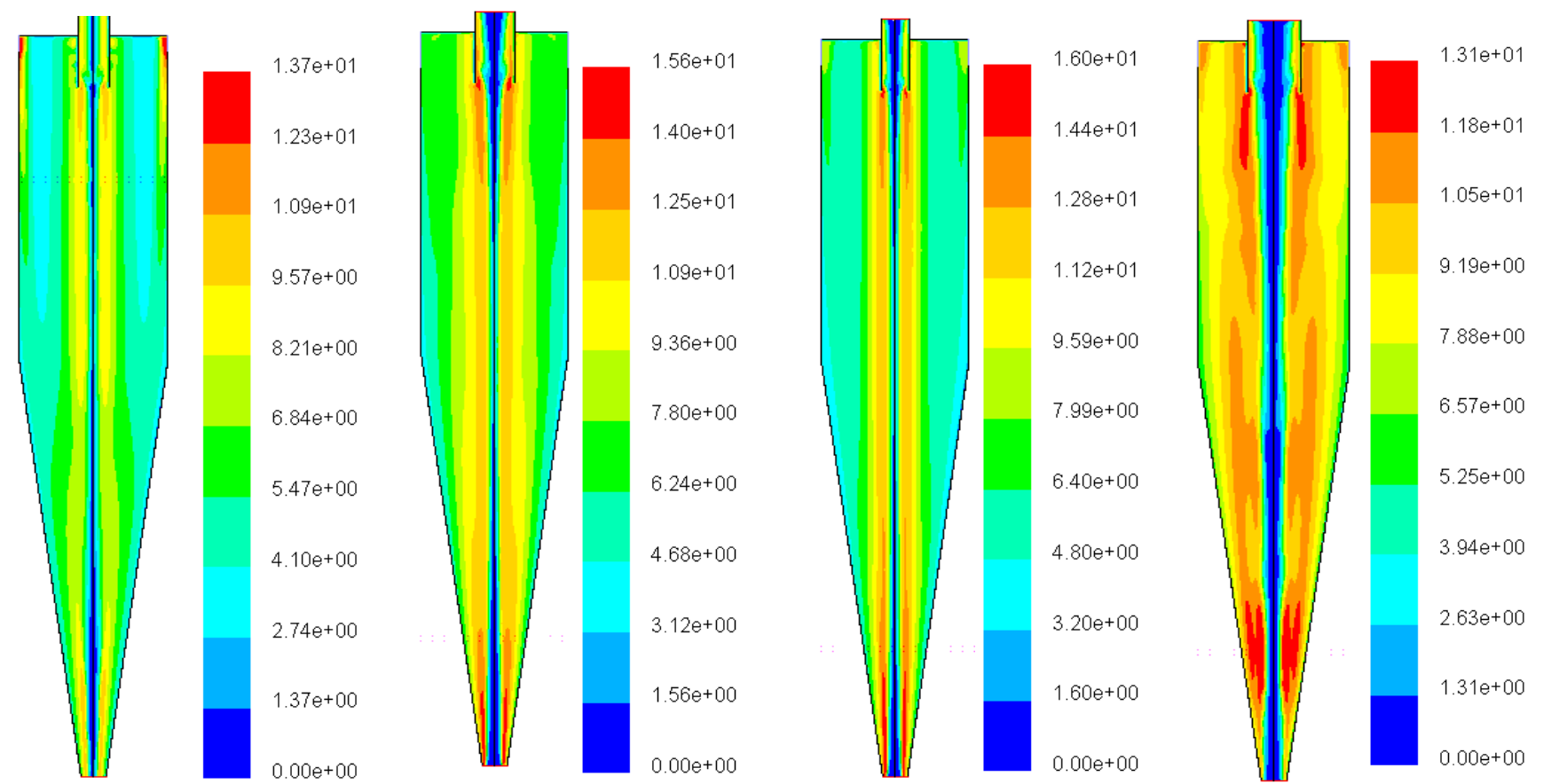


Figura C₁₁ –Perfis de Velocidade Tangencial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₁₇, HC₁₈, HC₁₉ e HC₂₀, respectivamente.

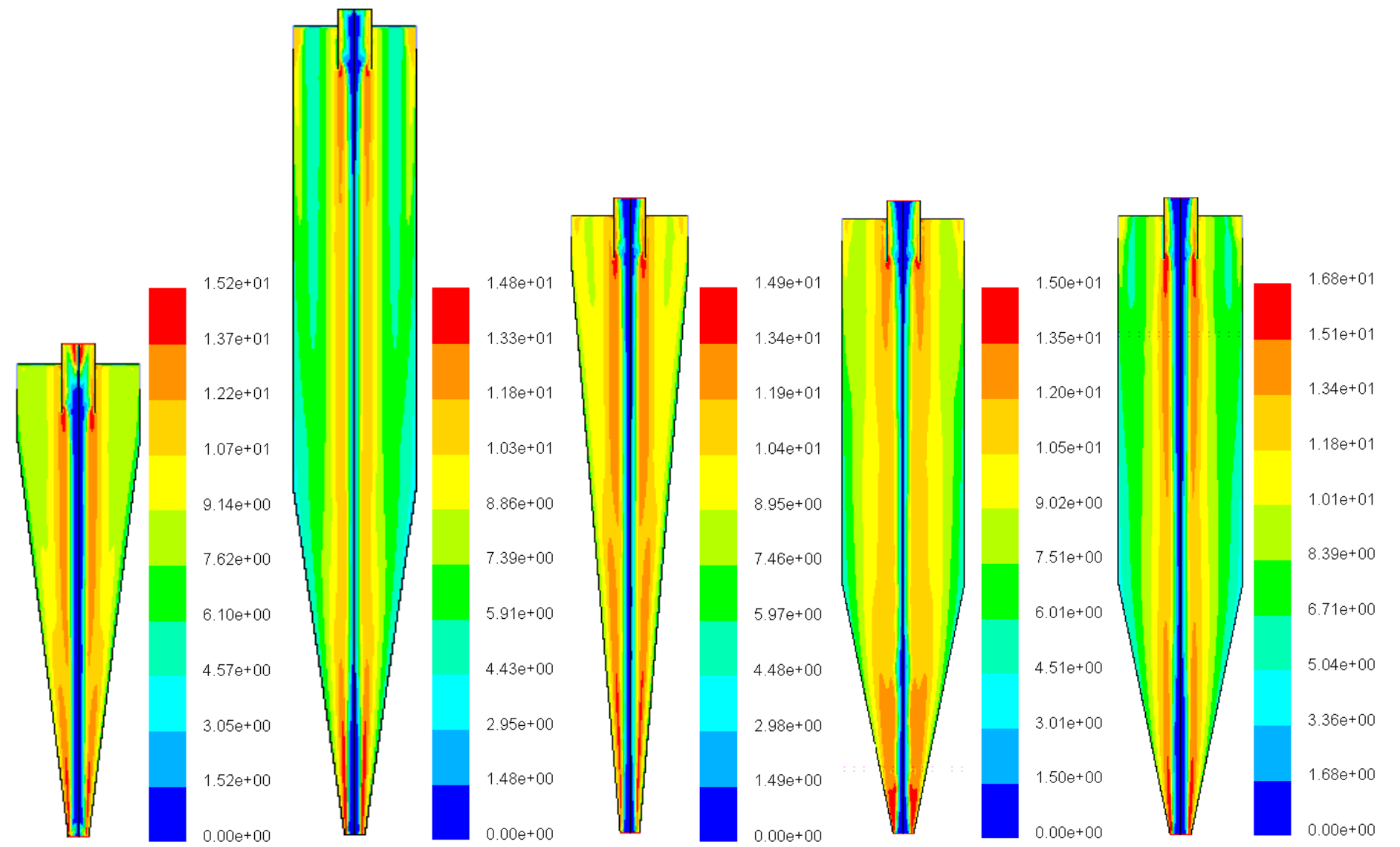


Figura C₁₂ –Perfis de Velocidade Tangencial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₂₁, HC₂₂, HC₂₃, HC₂₄ e HC₂₅, respectivamente.

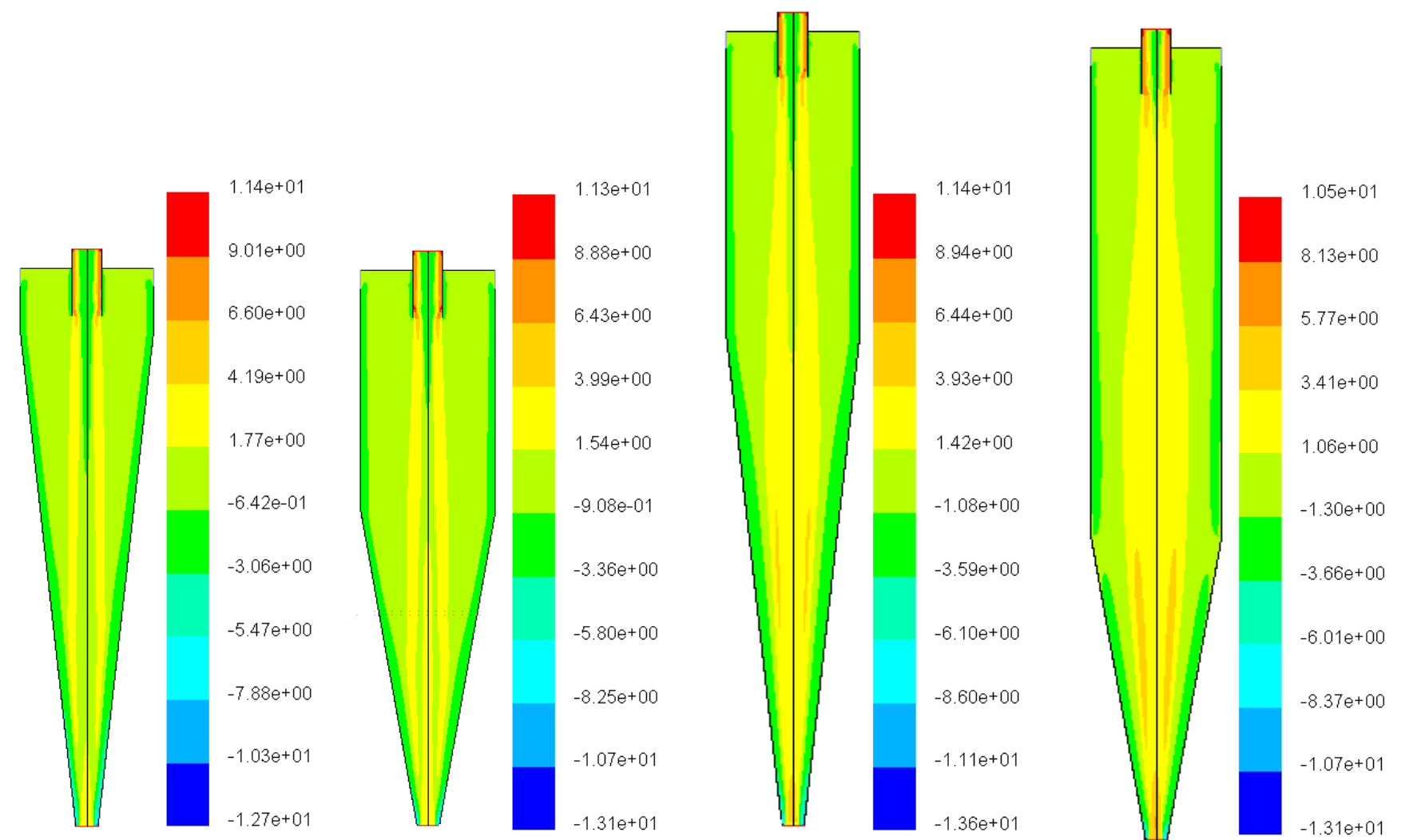


Figura C₁₃ –Perfis de Velocidade Axial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₁, HC₂, HC₃ e HC₄, respectivamente.

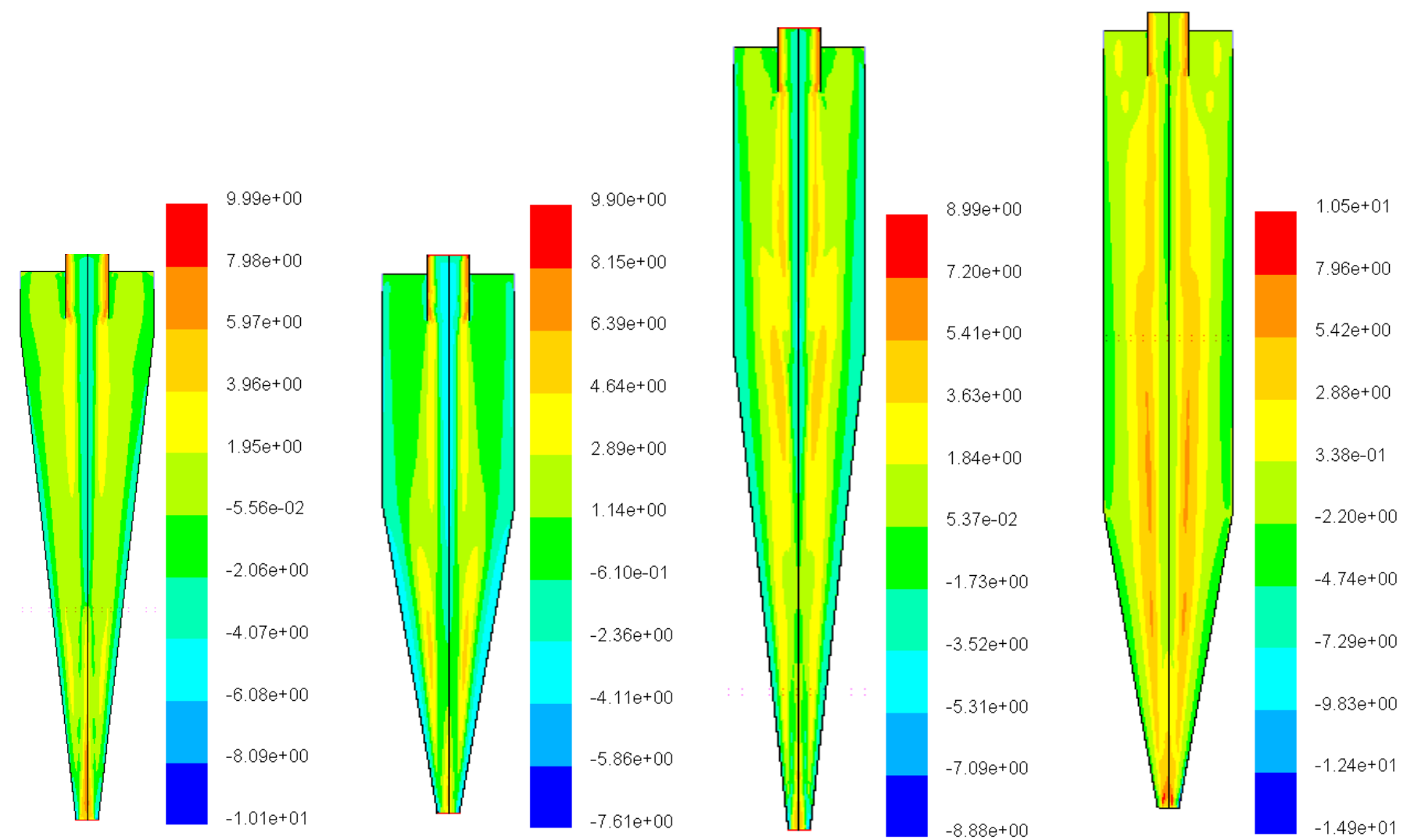


Figura C₁₄ –Perfis de Velocidade Axial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₅, HC₆, HC₇ e HC₈, respectivamente.

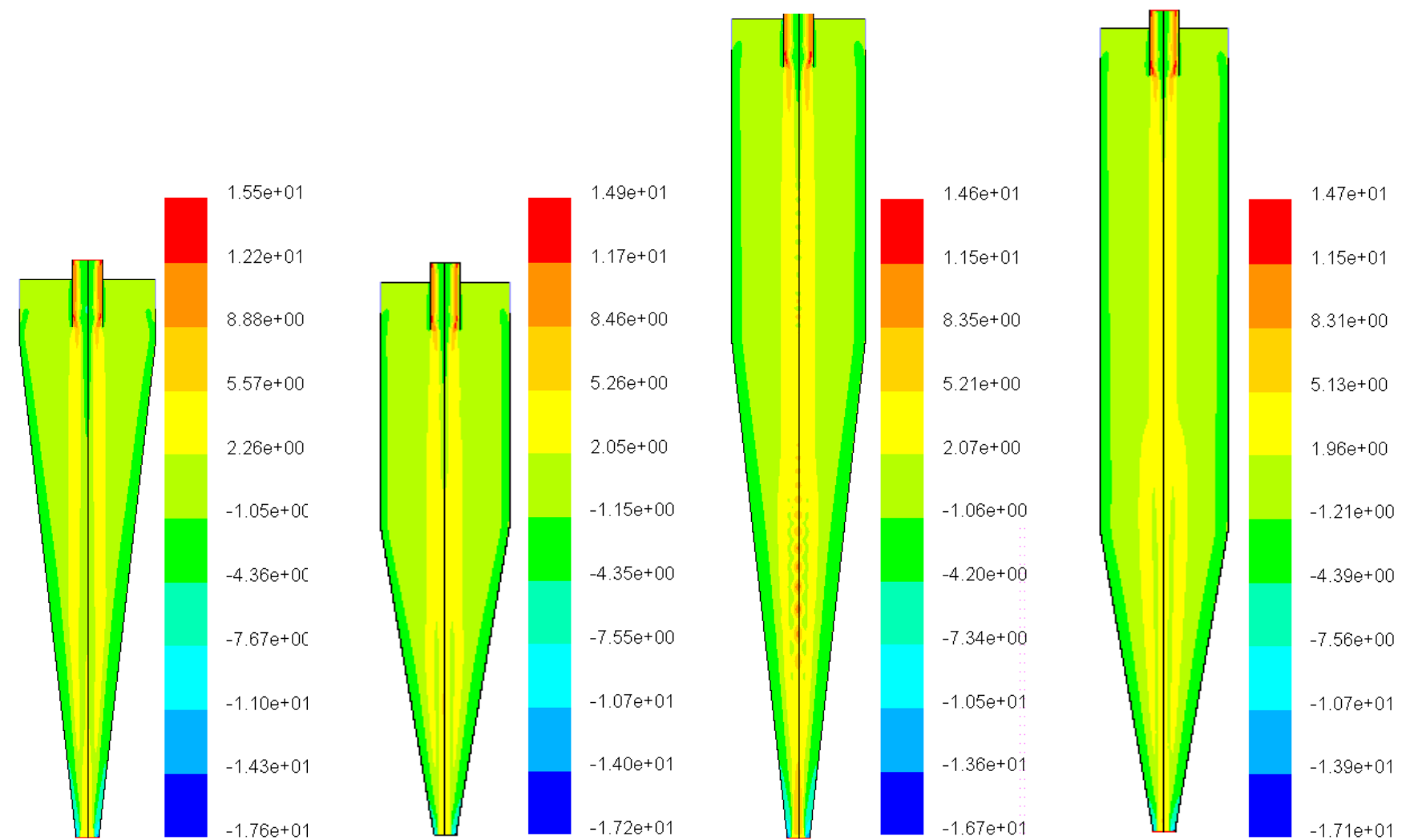


Figura C₁₅ –Perfis de Velocidade Axial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₉, HC₁₀, HC₁₁ e HC₁₂, respectivamente.

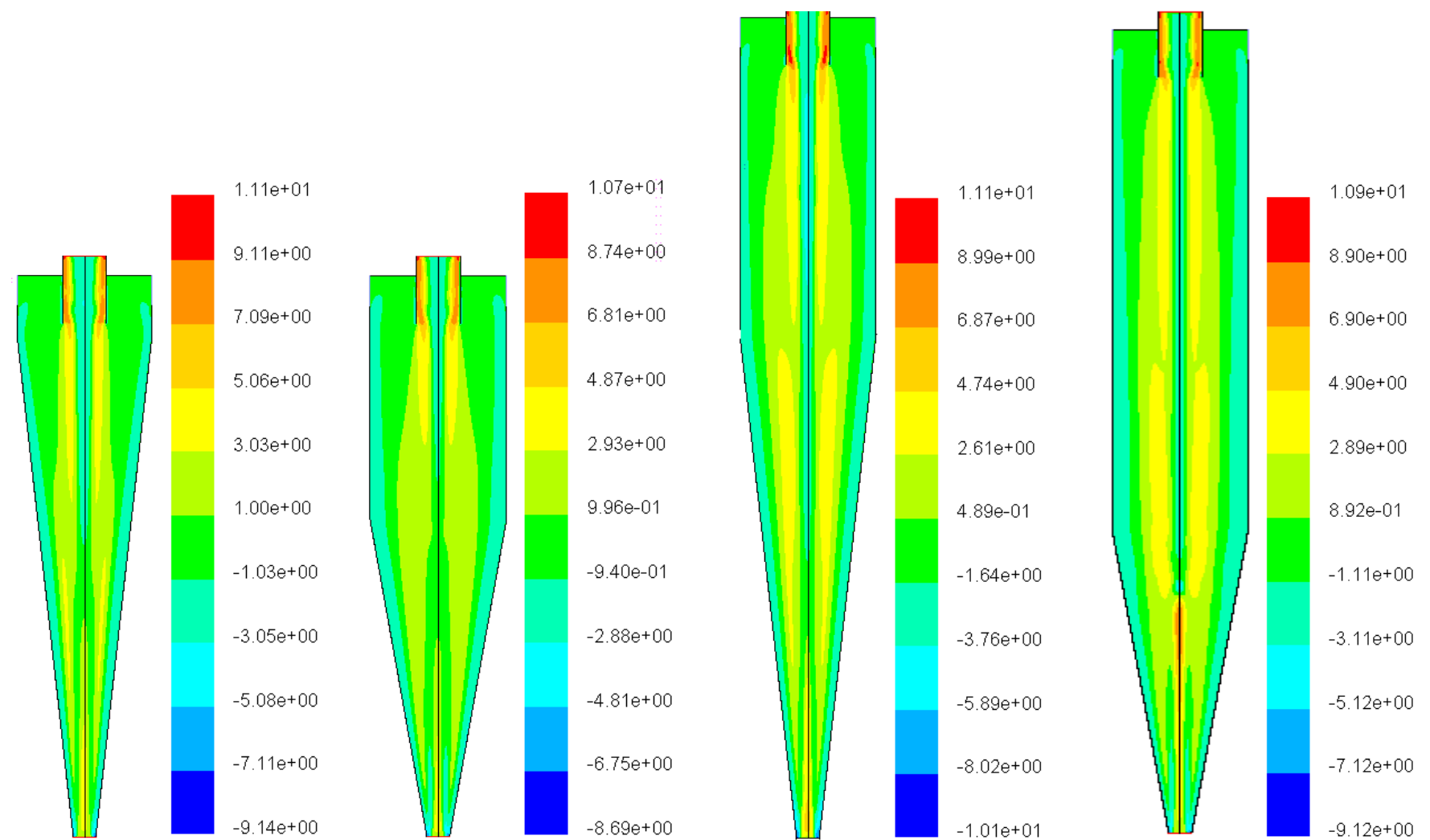


Figura C₁₆ –Perfis de Velocidade Axial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₁₃, HC₁₄, HC₁₅ e HC₁₆, respectivamente.

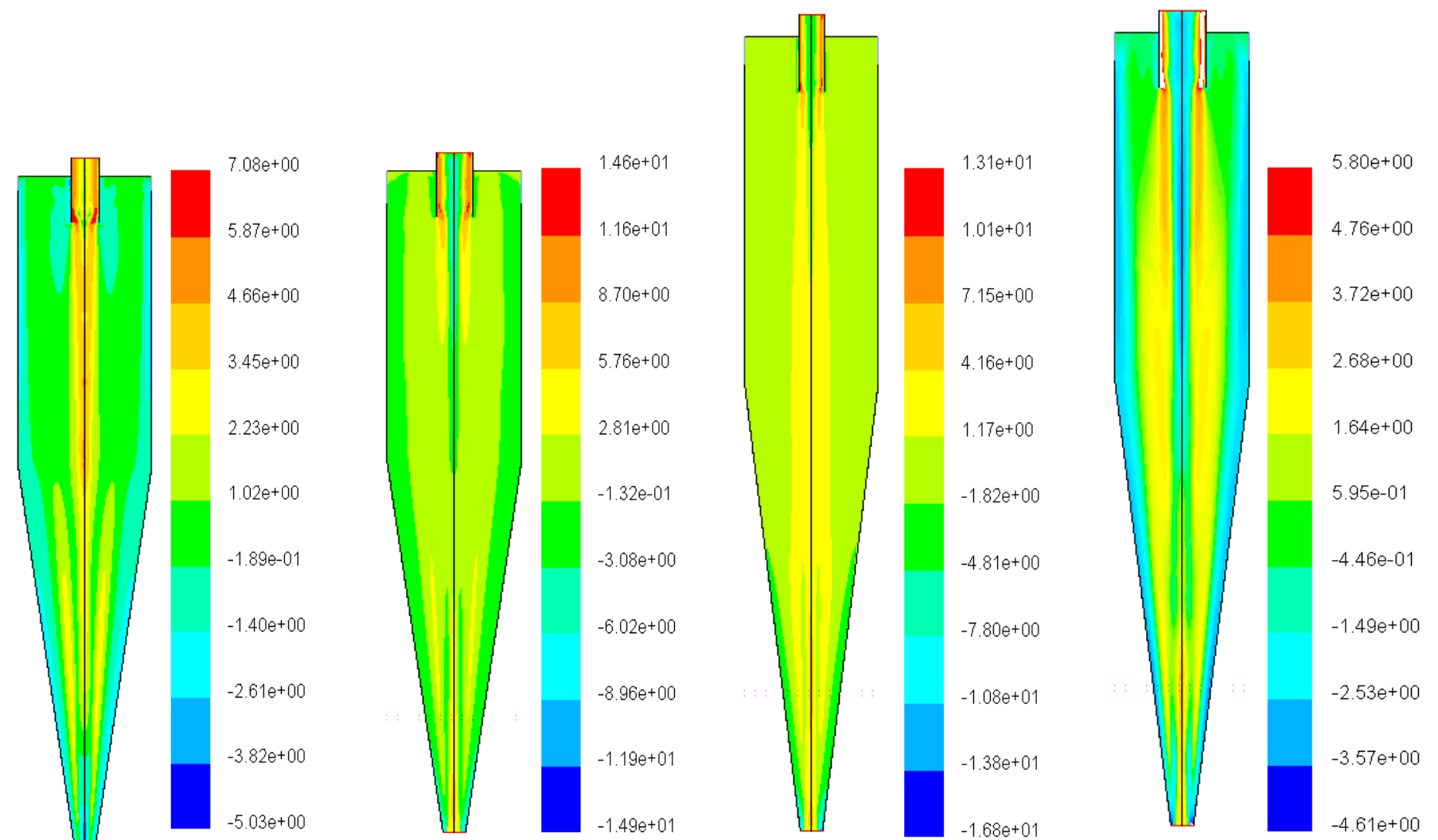


Figura C₁₇ –Perfis de Velocidade Axial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₁₇, HC₁₈, HC₁₉ e HC₂₀, respectivamente.

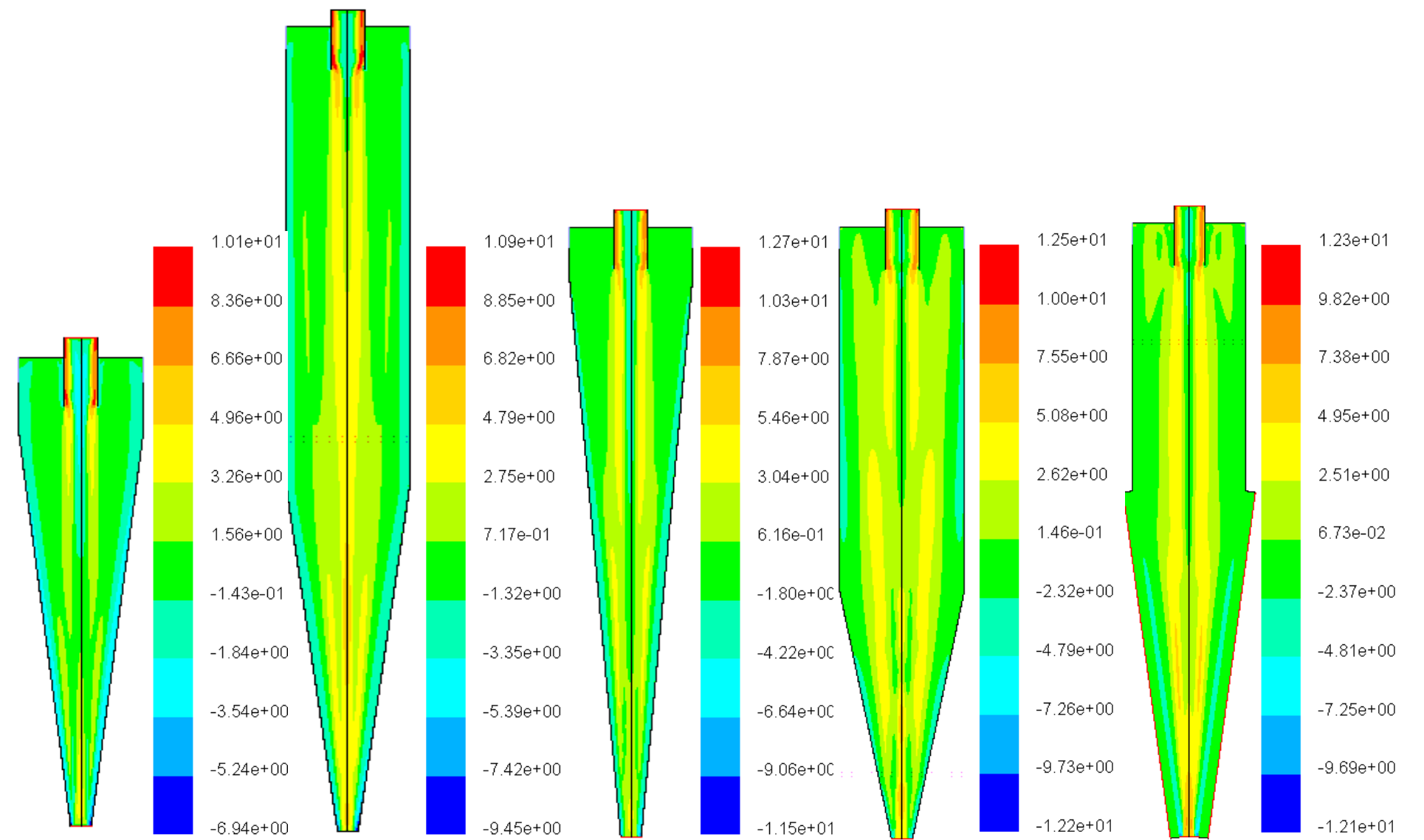


Figura C₁₈ –Perfis de Velocidade Axial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₂₁, HC₂₂, HC₂₃, HC₂₄ e HC₂₅, respectivamente.

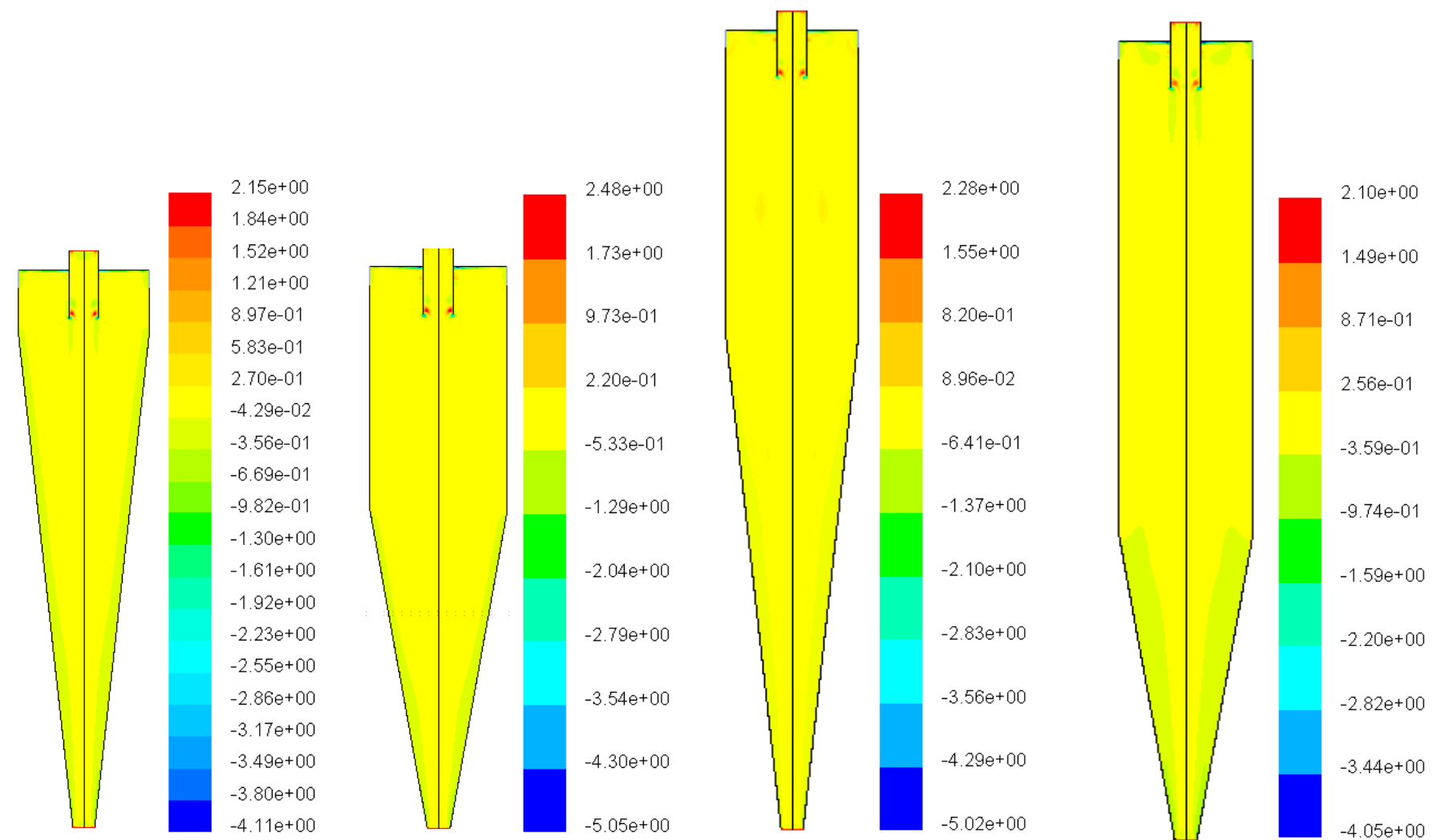


Figura C₁₉ –Perfis de Velocidade Radial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₁, HC₂, HC₃ e HC₄, respectivamente.

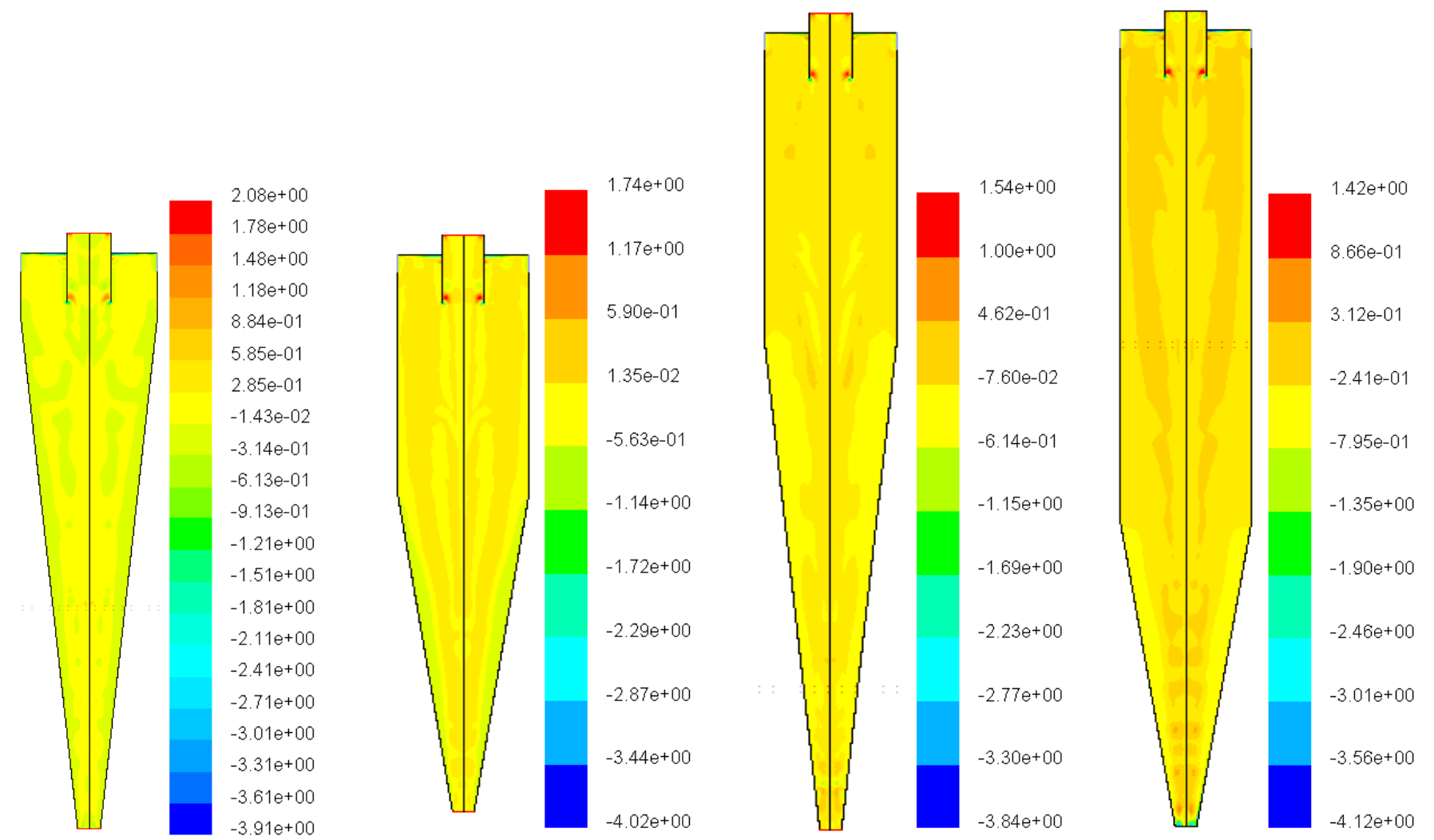


Figura C₂₀ –Perfis de Velocidade Radial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₅, HC₆, HC₇ e HC₈, respectivamente.

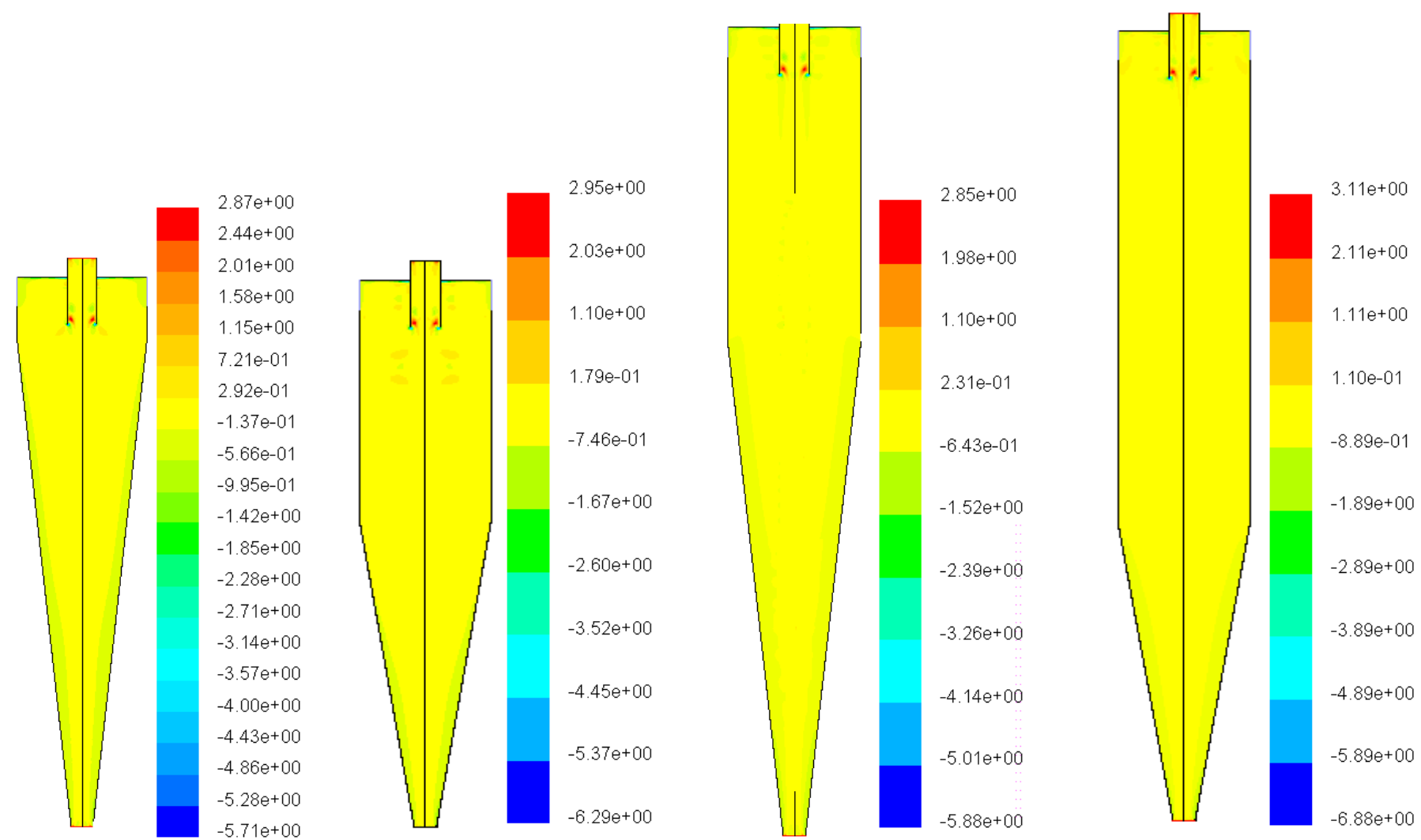


Figura C₂₁ –Perfis de Velocidade Radial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₉, HC₁₀, HC₁₁ e HC₁₂, respectivamente.

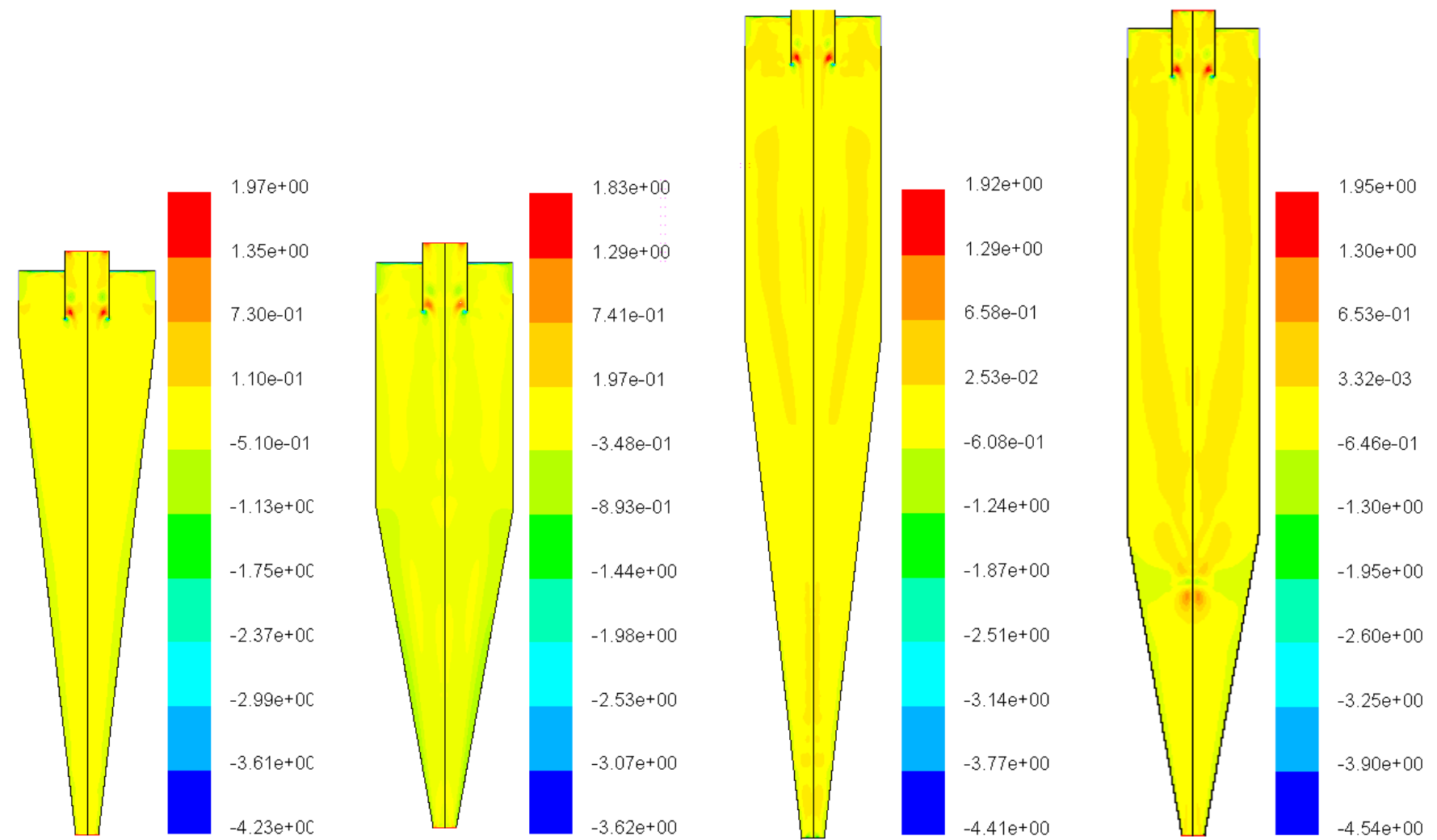


Figura C₂₂ –Perfis de Velocidade Radial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₁₃, HC₁₄, HC₁₅ e HC₁₆, respectivamente

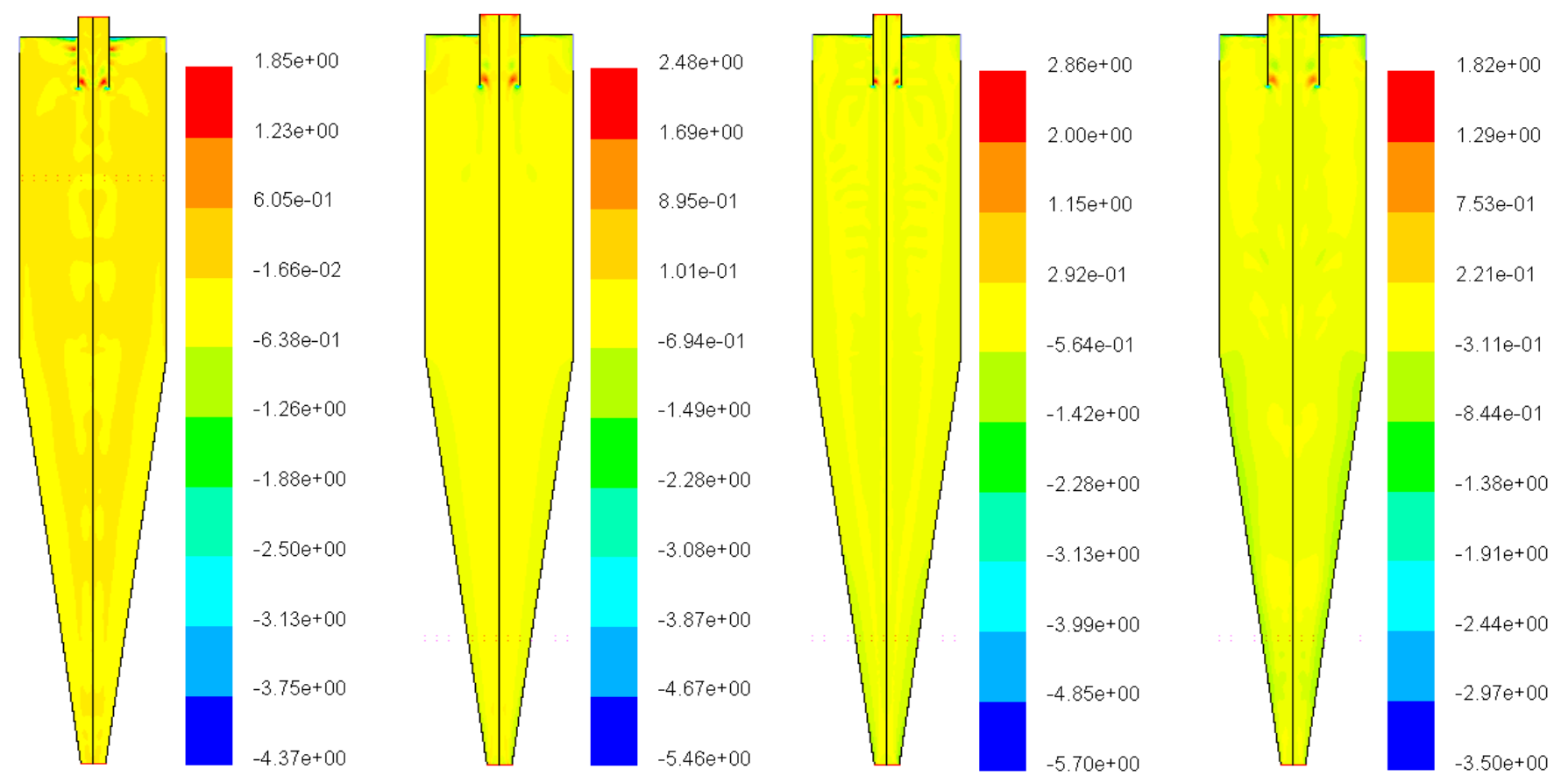


Figura C₂₃ –Perfis de Velocidade Radial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₁₇, HC₁₈, HC₁₉ e HC₂₀, respectivamente.

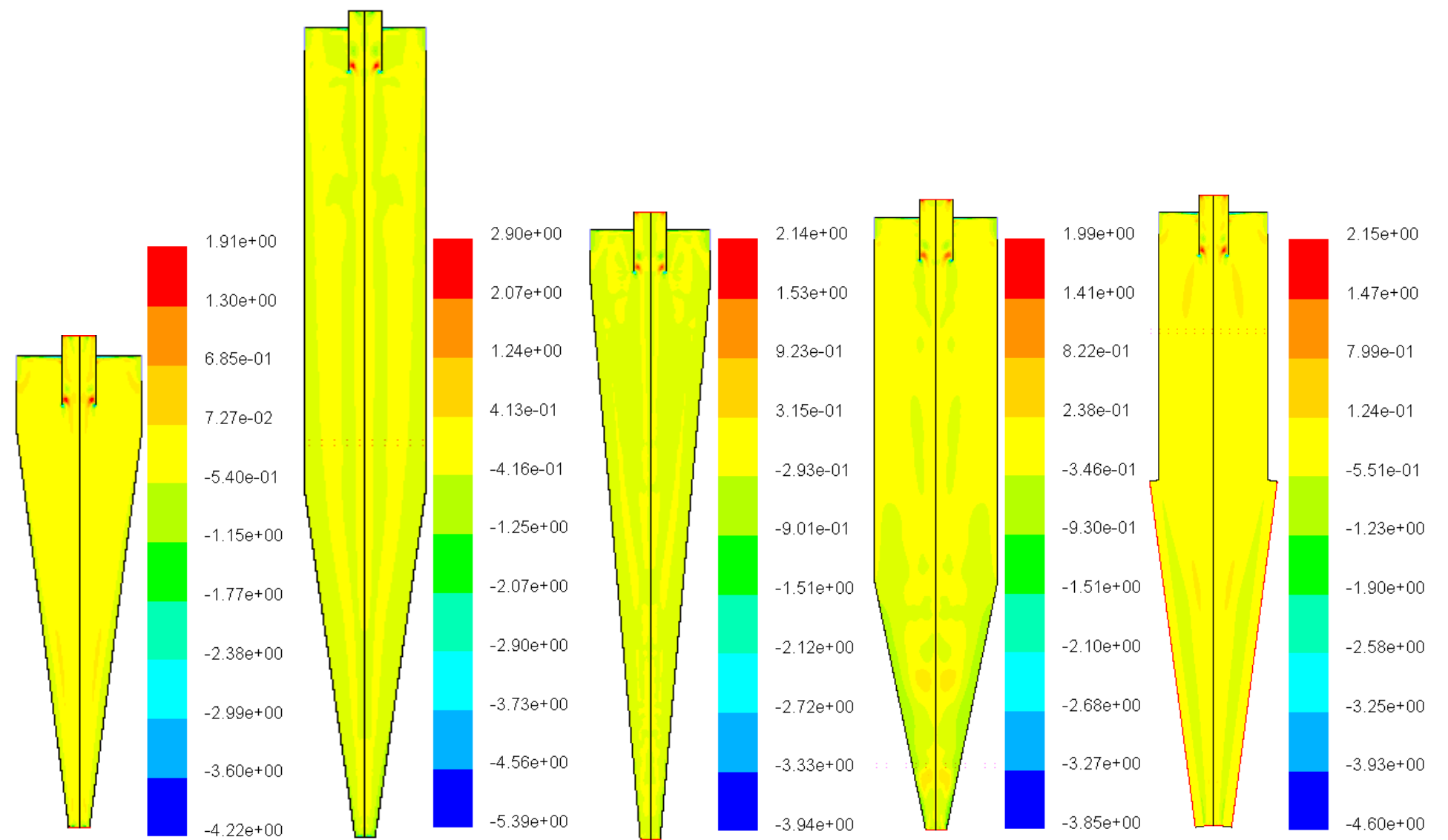


Figura C₂₄ –Perfis de Velocidade Radial (m/s) para os Hidrociclones Convencionais HC₂₁, HC₂₂, HC₂₃, HC₂₄ e HC₂₅, respectivamente.

APÊNDICE D

Hidrociclones Filtrantes

Dados Experimentais

Tabela D₁ – Dados Experimentais do Hidrociclone HF₁

-ΔP (kgf/cm²)	Q (cm³/s)	R_L (%)	Eu	Re	d₅₀ (μm)	d'₅₀ (μm)	η (%)	η' (%)	C_{VA} (%)	F (cm³/s)
0,9	154	38,50	3750	7448	2,39	6,36	74,18	58,03	1,00	0,066
1,2	177	38,97	3781	8565	1,90	5,22	74,80	58,71	1,00	0,073
1,5	197	38,84	3791	9563	1,81	5,34	77,62	63,42	1,00	0,120
1,8	210	38,98	4005	10192	1,68	5,38	77,59	63,27	1,00	0,150

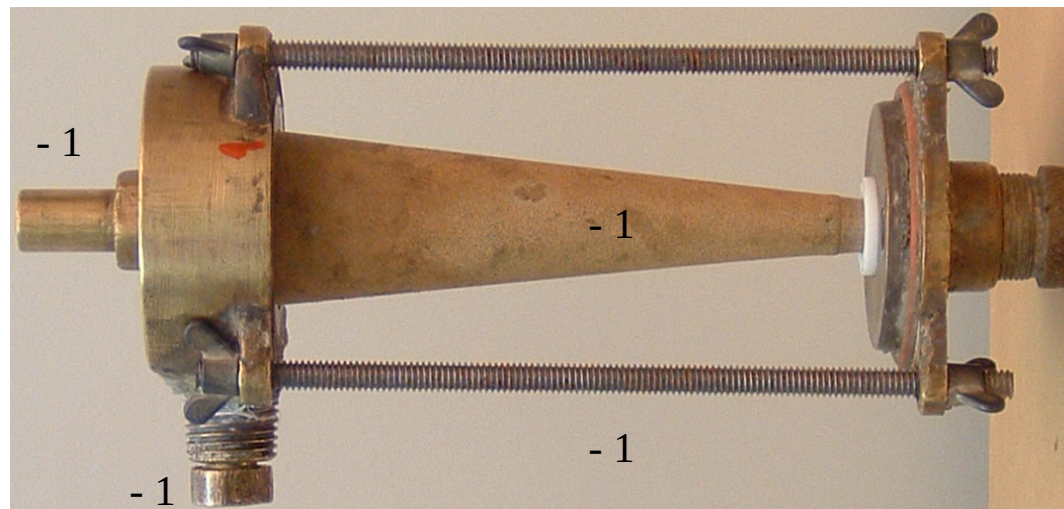


Tabela D₂ – Dados Experimentais do Hidrociclone HF₂

-ΔP (kgf/cm²)	Q (cm³/s)	R_L (%)	Eu	Re	d₅₀ (μm)	d'₅₀ (μm)	η (%)	η' (%)	C_{VA} (%)	F (cm³/s)
0,9	158	21,91	3530	7677	4,75	6,80	67,98	58,99	1,02	0,055
1,2	166	22,21	4290	8041	4,62	6,71	67,50	58,23	1,02	0,072
1,5	184	21,70	4354	8924	4,52	6,51	67,75	58,80	1,02	0,086
1,8	198	22,01	4505	9610	4,34	6,45	69,13	60,42	1,02	0,097

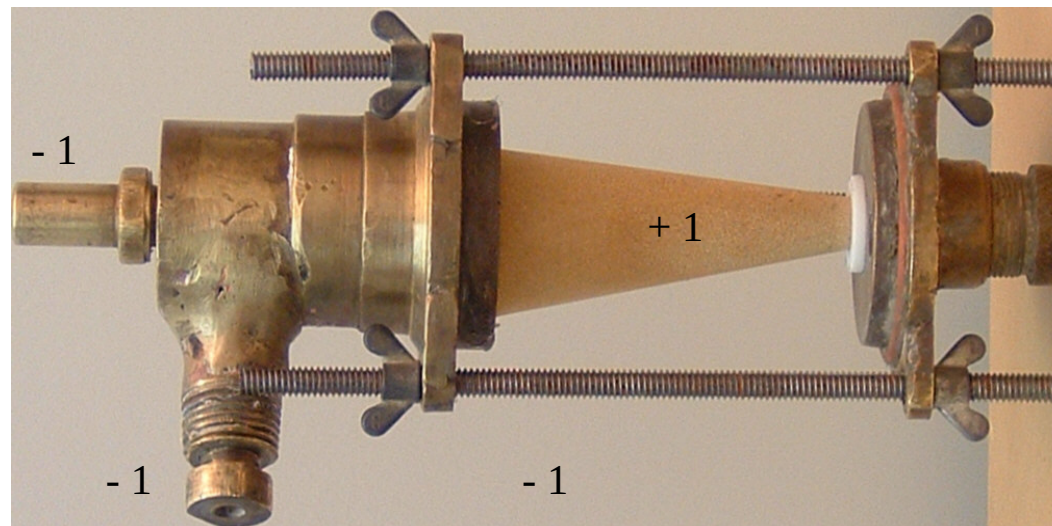


Tabela D₃ – Dados Experimentais do Hidrociclone HF₃

-ΔP (kgf/cm²)	Q (cm³/s)	R_L (%)	Eu	Re	d₅₀ (μm)	d'₅₀ (μm)	η (%)	η' (%)	C_{VA} (%)	F (cm³/s)
0,9	160	38,16	3441	7775	3,23	6,96	75,48	63,20	1,00	0,103
1,2	185	37,27	3445	8972	2,24	5,64	76,69	62,84	1,00	0,132
1,5	204	37,22	3549	9884	2,14	5,84	77,33	63,89	1,00	0,156
1,8	223	37,43	3558	10814	1,99	5,49	78,37	65,42	1,00	0,186

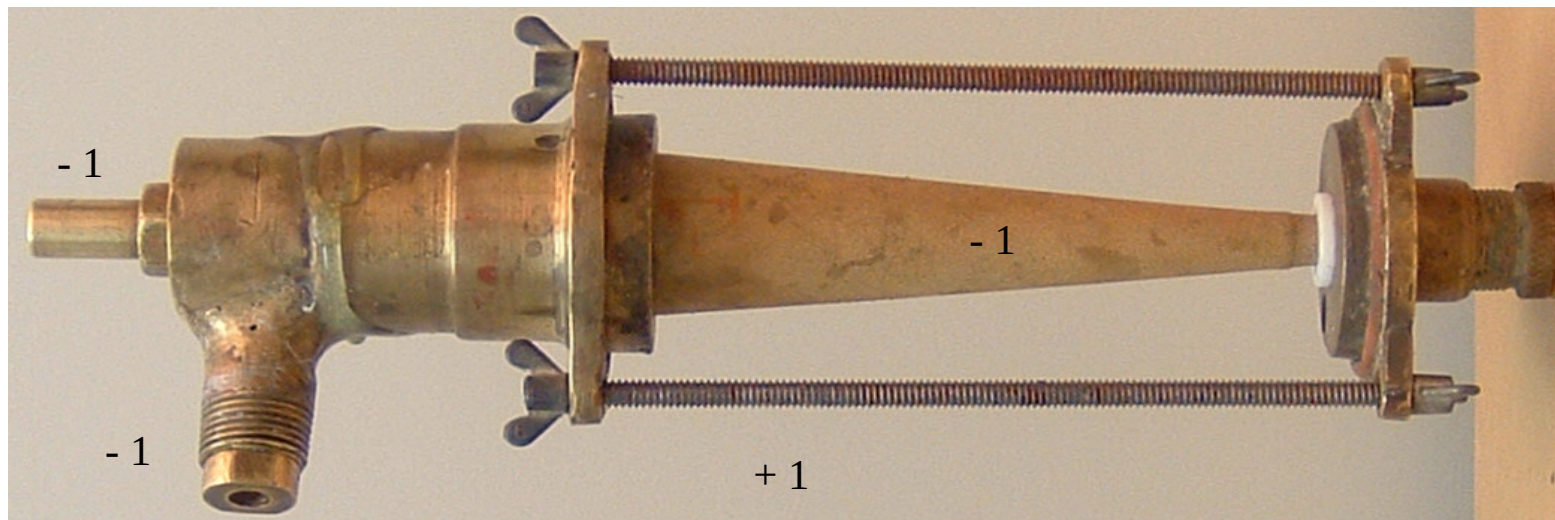


Tabela D₄ – Dados Experimentais do Hidrociclone HF₄

-ΔP (kgf/cm²)	Q (cm³/s)	R_L (%)	Eu	Re	d₅₀ (μm)	d'₅₀ (μm)	η (%)	η' (%)	C_{VA} (%)	F (cm³/s)
0,9	166	30,07	3201	8062	4,29	10,72	60,58	43,62	1,00	0,045
1,2	189	30,16	3379	9060	3,95	9,68	60,65	43,65	1,00	0,059
1,5	206	29,85	3460	10010	3,59	8,72	64,53	49,43	1,00	0,077
1,8	226	29,39	3463	10960	3,27	8,47	64,70	50,00	1,00	0,091

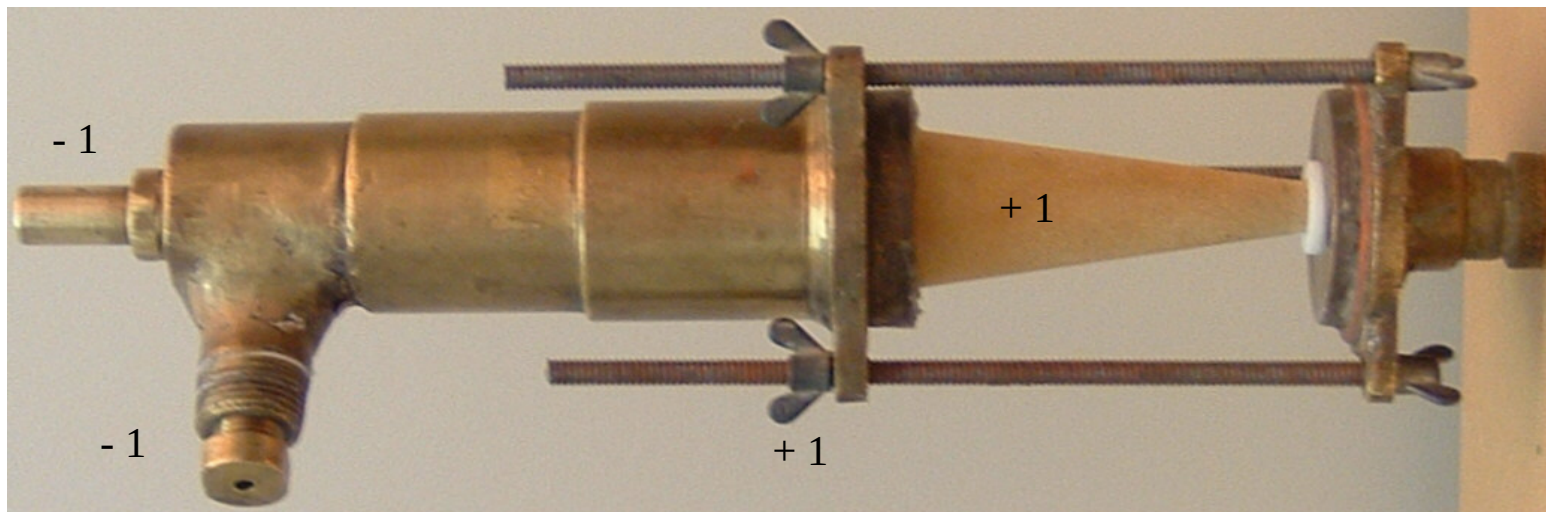


Tabela D₅ – Dados Experimentais do Hidrociclone HF₅

-ΔP (kgf/cm²)	Q (cm³/s)	R_L (%)	Eu	Re	d₅₀ (μm)	d'₅₀ (μm)	η (%)	η' (%)	C_{VA} (%)	F (cm³/s)
0,9	166	24,92	3229	8027	4,57	7,32	68,31	57,72	1,00	0,058
1,2	190	23,96	3267	9214	4,36	7,07	71,64	62,70	1,00	0,070
1,5	212	23,51	3290	10265	4,32	6,32	72,03	63,43	1,00	0,096
1,8	229	23,67	3356	11134	4,07	6,01	74,70	66,86	1,00	0,110

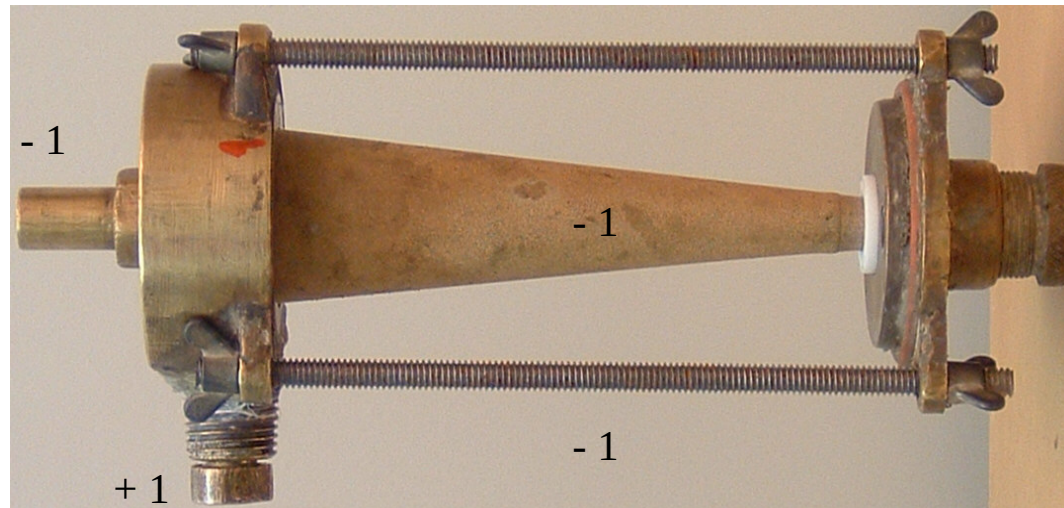


Tabela D₆ – Dados Experimentais do Hidrociclone HF₆

-ΔP (kgf/cm²)	Q (cm³/s)	R_L (%)	Eu	Re	d₅₀ (μm)	d'₅₀ (μm)	η (%)	η' (%)	C_{VA} (%)	F (cm³/s)
0,9	177	10,92	2809	8605	10,40	11,83	46,24	39,65	1,02	0,040
1,2	200	10,83	2948	9700	10,01	11,42	47,24	40,83	1,02	0,052
1,5	221	10,44	3010	10730	9,66	10,97	48,02	41,95	1,02	0,064
1,8	241	10,39	3056	11668	9,37	10,62	50,00	44,06	1,02	0,077

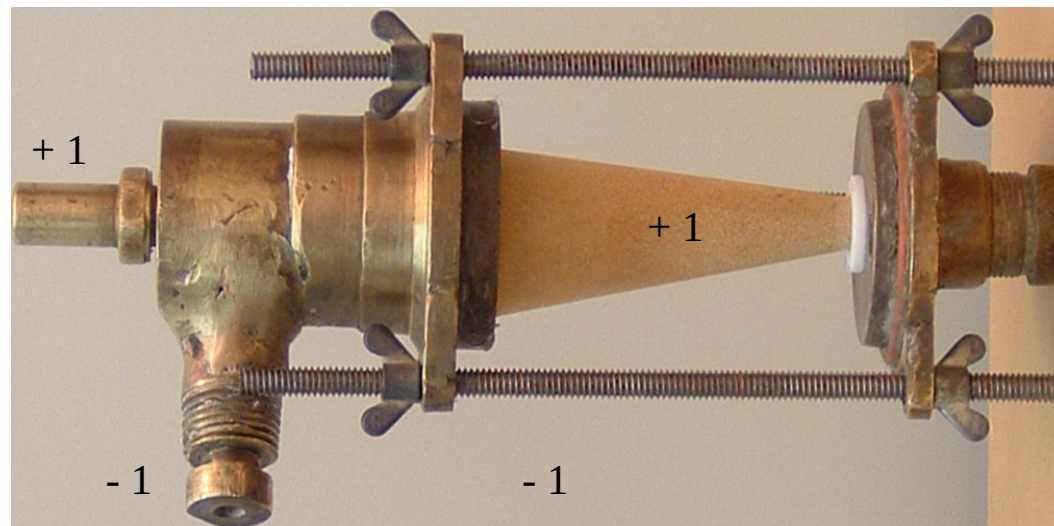


Tabela D₇ – Dados Experimentais do Hidrociclone HF₇

-ΔP (kgf/cm²)	Q (cm³/s)	R_L (%)	Eu	Re	d₅₀ (μm)	d'₅₀ (μm)	η (%)	η' (%)	C_{VA} (%)	F (cm³/s)
0,9	177	22,30	2820	8589	5,67	8,06	65,15	55,14	1,00	0,079
1,2	198	21,78	3007	9604	5,35	7,41	67,15	58,00	1,00	0,104
1,5	221	21,52	3029	10699	5,13	6,97	68,43	59,77	1,00	0,131
1,8	236	21,63	3165	11465	4,87	6,82	69,33	60,87	1,00	0,155

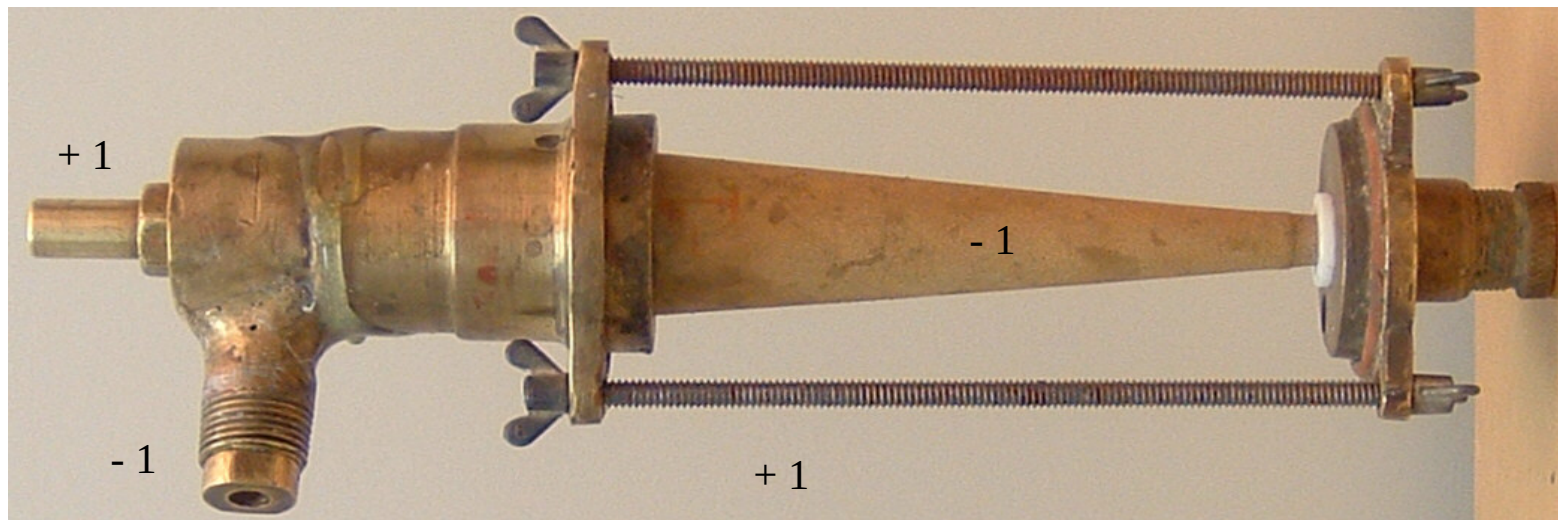


Tabela D₈ – Dados Experimentais do Hidrociclone HF₈

-ΔP (kgf/cm²)	Q (cm³/s)	R_L (%)	Eu	Re	d₅₀ (μm)	d'₅₀ (μm)	η (%)	η' (%)	C_{VA} (%)	F (cm³/s)
0,9	178	16,74	2784	8644	8,06	10,93	52,30	42,71	1,00	0,033
1,2	205	16,62	2815	9925	7,97	10,55	52,96	43,59	1,00	0,044
1,5	223	16,76	2971	10803	7,18	9,45	55,82	46,29	1,00	0,054
1,8	247	16,56	2896	11987	7,00	8,24	55,22	46,34	1,00	0,069

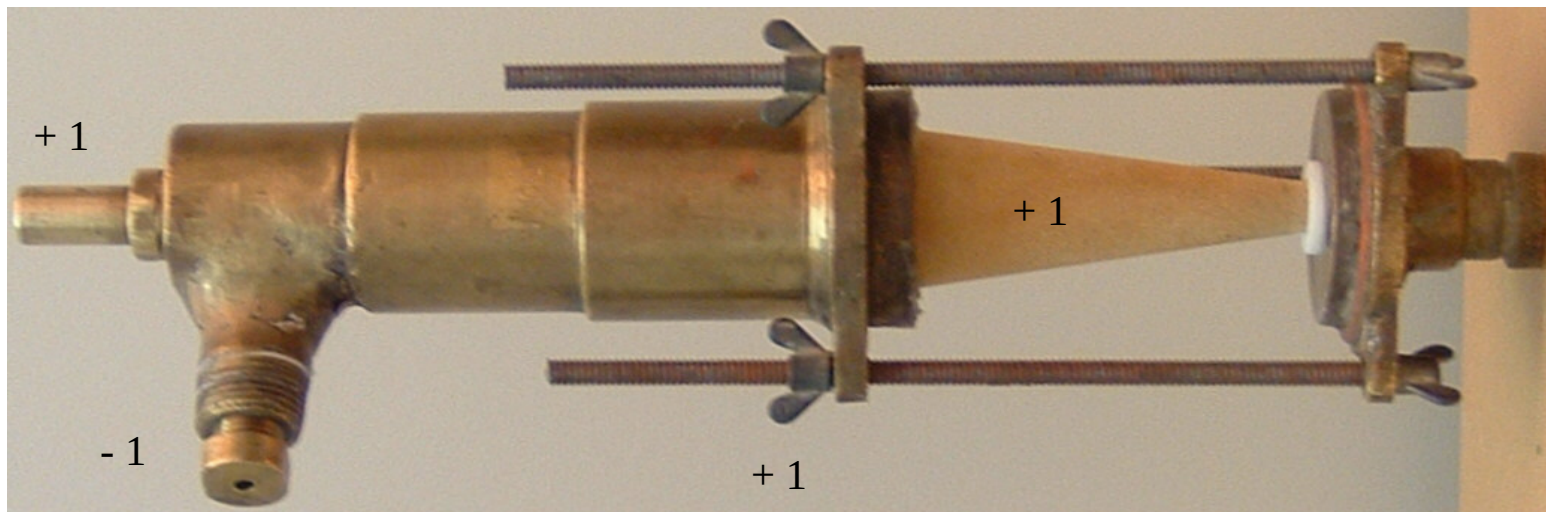


Tabela D₉ – Dados Experimentais do Hidrociclone HF₉

-ΔP (kgf/cm²)	Q (cm³/s)	R_L (%)	Eu	Re	d₅₀ (μm)	d'₅₀ (μm)	η (%)	η' (%)	C_{VA} (%)	F (cm³/s)
0,9	240	36,95	1538	11629	2,29	5,68	76,44	62,64	1,00	0,115
1,2	272	36,61	1594	13190	2,17	4,79	76,78	63,40	1,00	0,141
1,5	304	36,51	1592	14759	1,96	5,24	77,32	64,28	1,00	0,178
1,8	335	36,78	1579	16231	1,79	4,75	80,59	69,30	1,00	0,183

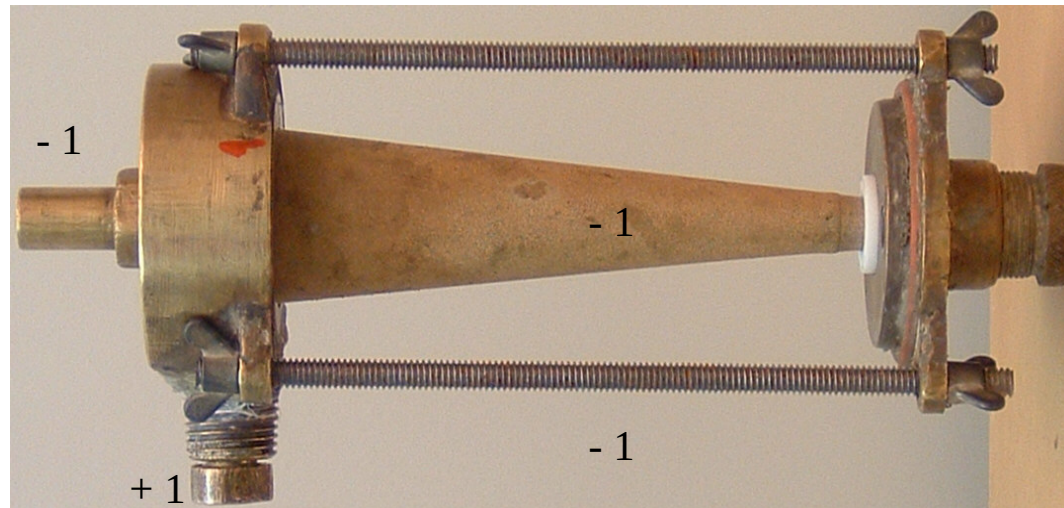


Tabela D₁₀ – Dados Experimentais do Hidrociclone HF₁₀

-ΔP (kgf/cm²)	Q (cm³/s)	R_L (%)	Eu	Re	d₅₀ (μm)	d'₅₀ (μm)	η (%)	η' (%)	C_{VA} (%)	F (cm³/s)
0,9	237	22,49	1578	11481	5,19	7,79	64,76	54,53	1,02	0,081
1,2	266	22,57	1667	12899	5,06	7,48	65,81	55,85	1,02	0,099
1,5	296	22,60	1679	14368	4,71	6,88	66,93	57,28	1,02	0,126
1,8	322	22,11	1702	15636	4,49	6,65	67,95	58,86	1,01	0,157

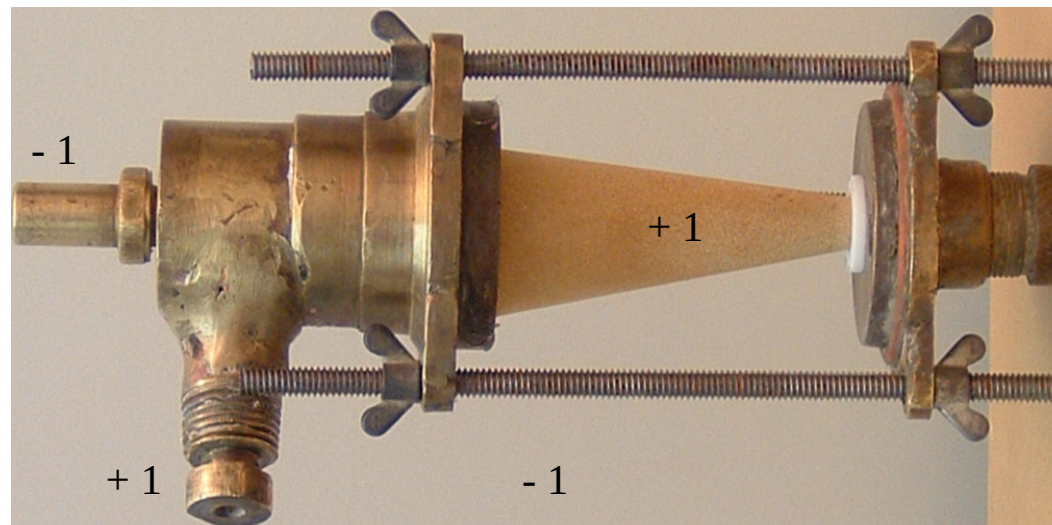


Tabela D₁₁ – Dados Experimentais do Hidrociclone HF₁₁

-ΔP (kgf/cm²)	Q (cm³/s)	R_L (%)	Eu	Re	d₅₀ (μm)	d'₅₀ (μm)	η (%)	η' (%)	C_{VA} (%)	F (cm³/s)
0,9	265	36,75	1259	12853	2,34	5,57	78,81	66,50	1,00	0,138
1,2	300	36,51	1313	14532	2,29	4,98	78,71	66,47	1,00	0,158
1,5	331	36,57	1344	16062	1,81	4,99	80,64	69,48	1,00	0,180
1,8	358	36,40	1376	17390	1,71	4,60	82,58	72,62	1,00	0,222

