$\boxed{G(1)}$

(a) $W_e = \{x \in \mathbb{N} : \varphi_e^{(1)}(x)\downarrow\} = \{x \in \mathbb{N} : \underbrace{\text{Program}(e)}_{\substack{\text{prim. rec} \\ \therefore \text{ rec. enu.}}} \wedge \underbrace{\exists m \underbrace{\underbrace{((\text{State}(e,x,m))_0 = 0)}_{\text{prim. rec}}}_{\text{rec. enu.}}}_{\text{rec. enu}}\}$

(b) Seja $g(x,y,z) \simeq \varphi_x^{(1)}(z) + \varphi_y^{(1)}(z)$. Esta função é recursiva parcial. Pelo teorema de parametrização existe uma função total recursiva $f : \mathbb{N}^2 \to \mathbb{N}$ tal que:

$$\varphi_{f(x,y)}^{(1)}(z) \simeq \varphi_x^{(1)}(z) + \varphi_y^{(1)}(z)$$

Vem: $z \in W_{f(x,y)} \Leftrightarrow \varphi_x^{(1)}(z)\downarrow$ e $\varphi_y^{(1)}(z)\downarrow \Leftrightarrow z \in W_x \wedge z \in W_y \Leftrightarrow z \in W_x \cap W_y$

Para a união tem que se proceder de forma diferente. Como sabemos*, existe R recursivo tal que $z \in W_x \Leftrightarrow \exists v\ R(x,z,v)$. Assim:

$$g(x,y,z) \simeq \text{menor } v \in \mathbb{N} \text{ tal que } (R(x,z,v) \vee R(y,z,v))$$

Pelo teorema da parametrização, seja $f : \mathbb{N}^2 \to \mathbb{N}$ recursiva total tal que

$$\varphi_{f(x,y)}(z) \simeq g(x,y,z)$$

Vem: $z \in W_{f(x,y)} \Leftrightarrow \exists v\,(R(x,z,v) \vee R(y,z,v)) \Leftrightarrow \exists v\,R(x,z,v) \vee \exists v\,R(y,z,v)$

$\Leftrightarrow z \in W_x \vee z \in W_y \Leftrightarrow z \in W_x \cup W_y$.

$\boxed{*}$ $\{(x,z) \in \mathbb{N}^2 : z \in W_x\} = \{(x,z) \in \mathbb{N}^2 : \text{Program}(x) \wedge \underbrace{\exists m\,((\text{State}(x,z,m))_0 = 0)}_{\Sigma_1^0}\}$.